

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES

**ESTUDIO Y PROPUESTA DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DEL
SERVICIO DE DATOS EN LAS REDES SMA, UTILIZANDO EQUIPOS DE DRIVE
TEST EXISTENTES EN EL MERCADO.**

TROYA ALDAZ ALEX JOHNINE

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN REDES DE COMUNICACIONES**

**Quito – Mayo
2016**

DEDICATORIA

A mi esposa Magali, mis hijos Alexis y Alisson, quienes han sido la inspiración para continuar adelante y con su paciencia y apoyo me han permitido culminar con éxito este proyecto.

A mis padres quienes me han inculcado el deseo por adquirir nuevos conocimientos y continúan siendo un pilar fundamental en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme cumplir éste sueño. A las autoridades de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones – ARCOTEL (ex Superintendencia de Telecomunicaciones) por confiar en mis capacidades y brindarme la oportunidad de emprender el reto que estoy culminando. Un especial sentimiento de gratitud a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por haberme permitido nutrirme de los conocimientos que se imparten en sus aulas. De igual manera, mi agradecimiento especial a Gustavo Chafla, Juan Francisco Chafla y Francisco Rodríguez, por brindar su tiempo en la guía y revisión del presente trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	6
1.4. OBJETIVOS.....	9
1.4.1. <i>Objetivos Generales</i>	9
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	9
CAPITULO 2 ESTADO DEL ARTE	11
2.1. TEORÍA DE CALIDAD EN REDES MÓVILES	11
2.2. PARÁMETROS DE CALIDAD PROPUESTOS POR LOS ORGANISMOS DE ESTANDARIZACIÓN A NIVEL DE FUNCIONAMIENTO DE REDES MÓVILES.....	17
2.2.1. <i>Recomendaciones de la UIT-T relacionadas con la Calidad de Servicio en Sistemas de Telecomunicaciones</i>	17
2.2.2. <i>Recomendaciones de la ETSI relacionadas con la Calidad de Servicio en Sistemas de Telecomunicaciones</i>	22
2.3. PARÁMETROS DE CALIDAD APLICABLES A LOS SERVICIOS DE DATOS EN REDES MÓVILES.....	28
2.3.1. <i>Parámetros de calidad aplicables a los servicios de datos en redes móviles</i>	30
2.3.1.1. Porcentaje de accesos no exitosos al servicio FTP {download|upload}... ..	31
2.3.1.2. Tiempo de acceso al servicio FTP {download|upload}.	32
2.3.1.3. Proporción de Sesiones FTP fallidas {download|upload}.	33
2.3.1.4. Tiempo de duración de sesión FTP {download|upload}.	34
2.3.1.5. Tasa media de datos FTP {download|upload}.	35
2.3.1. <i>Parámetros de calidad aplicables a los servicios de datos PING en redes móviles</i>	36
2.3.1.1. Tiempo de ida y retorno de PING	36
2.3.2. <i>Parámetros de calidad aplicables a los servicios de datos HTTP en redes móviles</i>	36
2.3.2.1. Porcentaje de accesos no exitosos al servicio HTTP.	36
2.3.2.2. Tiempo de Acceso al Servicio HTTP	37
2.3.2.3. Proporción de sesiones HTTP fallidas	38
2.3.2.4. Tasa media de datos HTTP.	39
2.4. PROCEDIMIENTOS Y MEJORES PRÁCTICAS PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD.....	40
2.4.1. <i>Efecto de la velocidad en el rendimiento de las redes del servicio móvil SMA</i>	40
2.4.2. <i>Características del equipo de medición para simulación de las condiciones reales</i>	42
2.4.2.1. Equipo de medición con la antena ubicada al interior del vehículo.	46
2.4.2.2. Equipo de medición con la antena ubicada en el exterior del vehículo.	47
2.5. EQUIPO EXISTENTE PARA LA MEDICIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO EN REDES MÓVILES. ..	49
2.5.1. <i>ASCOM Tems Pocket</i>	50
2.5.2. <i>ASCOM Tems Investigation</i>	52
2.5.3. <i>ASCOM Tems Symphony</i>	54

2.5.4.	<i>ASCOM Tems Automatic</i>	55
2.5.5.	<i>Nemo Handy Pro</i>	57
2.6.	SOFTWARE PARA PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE MEDICIONES DE CALIDAD EN REDES MÓVILES.....	58
2.6.1.	<i>ASCOM Tems Discovery</i>	59
2.6.2.	<i>GLADIATOR G-Station</i>	60
2.6.3.	<i>ACTIX Analyzer</i>	61
2.6.4.	<i>ANITE Nemo Analyze</i>	62
2.7.	COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE DATOS EN REDES MÓVILES DE OTROS PAÍSES.....	63
2.7.1.	<i>México</i>	63
2.7.1.1.	Definición de los indicadores de calidad para datos de acuerdo a la normativa de México	65
2.7.2.	<i>Costa Rica</i>	66
2.7.2.1.	Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en Costa Rica.....	66
2.7.3.	<i>Colombia</i>	68
2.7.3.1.	Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en Colombia.....	68
2.7.4.	<i>Chile</i>	69
2.7.4.1.	Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en Chile	70
2.7.5.	<i>Brasil</i>	72
2.7.5.1.	Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en Brasil	73
2.7.6.	<i>España</i>	75
2.7.6.1.	Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en España ..	75
2.7.7.	<i>India</i>	76
2.7.7.1.	Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en India.....	77
2.7.8.	<i>Resumen de Parámetros</i>	79
2.8.	ESTUDIO DE LAS TECNOLOGÍAS DE REDES MÓVILES DE SMA EXISTENTES EN EL ECUADOR.....	80
2.8.1.	<i>Tecnologías 2G: GSM, GPRS, EDGE</i>	80
2.8.1.1.	Arquitectura de la red GSM.....	81
2.8.1.2.	Bandas de frecuencias de operación del sistema GSM	83
2.8.1.3.	Especificaciones del sistema GSM	83
2.8.1.4.	Estructura de la trama GSM.....	84
2.8.1.5.	Canales en GSM	86
2.8.1.6.	Tecnología GPRS	87
2.8.1.7.	Estructura de la Trama GPRS	89
2.8.1.8.	Esquemas de Codificación (Coding Scheme – CS) en GPRS	90
2.8.1.9.	Tecnología EDGE	91
2.8.1.10.	Esquemas de Modulación y Codificación en EDGE (Modulation and Coding Schemes –MCS).....	92
2.8.1.11.	Selección del código del esquema de modulación y codificación en función de la calidad de la señal (parámetro BEP)	92
2.8.2.	<i>Tecnologías 3G UMTS: W-CDMA, HSDPA, HSUPA, HSPA, HSPA+</i>	94
2.8.2.3.	Especificaciones del sistema WCDMA	98
2.8.2.4.	Estructura de la trama WCDMA.....	98
2.8.2.5.	Canales en WCDMA	100
2.8.2.6.	Tecnología HSDPA, HSUPA y HSPA.....	102
2.8.2.9.	Esquemas de modulación y codificación en función de CQI	106
2.8.3.	<i>Tecnologías 4G: LTE, LTE-A</i>	108
CAPITULO 3 PROPUESTA DE PARÁMETROS DE CALIDAD PARA LAS REDES DE DATOS MÓVILES EN EL ECUADOR		114
3.1.	DIAGRAMAS DE FLUJO DE ESTABLECIMIENTO DE COMUNICACIONES DE DATOS.....	114
3.1.1.	<i>Configuración de mediciones de prueba</i>	114
3.1.2.	<i>Mensajes de capa 3 en una comunicación de datos</i>	116
3.1.2.1.	Procedimiento GPRS ATTACH.-	119

3.1.2.1.1. GMM: ATTACH REQUEST.-	119
3.1.2.1.2. GMM: ATTACH ACCEPT.-	119
3.1.2.1.3. GMM: ATTACH COMPLETE.-	120
3.1.2.1.4. GMM - ATTACH REJECT.-	121
3.1.2.2. Procedimiento AUTHENTICATION AND CIPHERING	121
3.1.2.2.1. GMM: AUTHENTICATION AND CIPHERING REQ	121
3.1.2.2.2. AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE	121
3.1.2.2.3. GMM: AUTHENTICATION AND CIPHERING FAILURE	122
3.1.2.2.4. GMM: AUTHENTICATION AND CIPHERING REJECT	122
3.1.2.2.5. Procedimiento SERVICE REQUEST	122
3.1.2.3. Procedimiento RADIO BEARER	127
3.1.2.3.1. Establecimiento de contexto PDP	127
3.1.2.3.2. ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST	130
3.1.2.3.3. ACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT	133
3.1.2.3.4. ACTIVATE PDP CONTEXT REJECT	136
3.1.2.3.5. DEACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST	136
3.1.2.3.6. DEACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT	139
3.1.2.3.7. Establecimiento de Radio Bearer.	140
3.1.2.3.8. Radio Bearer Setup	141
3.1.2.3.9. Radio Bearer Setup Complete	141
3.1.2.3.10. Radio Bearer Setup Failure	142
3.1.2.3.11. Radio Bearer Setup Release	142
3.1.2.4. Proceso de una transferencia FTP	144
3.1.2.5. Proceso de una transferencia HTTP	149
3.2. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO ADECUADOS PARA LAS REDES MÓVILES DE DATOS EXISTENTES EN EL ECUADOR.	150
3.2.1. Porcentaje de Accesos exitosos al servicio FTP {download|upload}	151
3.2.2. Tiempo de acceso al servicio FTP {download|upload}	151
3.2.3. Porcentaje de Sesiones FTP Exitosas (%), Porcentaje de Sesiones FTP Fallidas (%) {download|upload}	153
3.2.4. Tiempo de duración de la sesión FTP (s) {download|upload}	154
3.2.5. Tasa media de datos FTP (Kbps) {download|upload}	154
3.2.6. Porcentaje de Sesiones HTTP Exitosas (%)	155
3.2.7. Tasa media de datos HTTP (Kbps) {download|upload}	155
CAPITULO 4 MEDICIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO EN REDES DE DATOS MÓVILES	158
4.1. DEFINICIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS PARA LA MEDICIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO EN REDES DE DATOS MÓVILES.	158
4.1.1. Verificación de Operatividad	158
4.1.2. Constatación Órdenes de trabajo en Operación	159
4.1.3. Detener Órdenes de Trabajo	159
4.1.4. Ingreso a Configurar Órdenes de Trabajo	160
4.1.5. Prueba FTP	162
4.1.5.1. IP LOGGING.-	162
4.1.5.2. RAT STATE	163
4.1.5.2.1. MS DEFAULT	163
4.1.5.2.2. GSM	163
4.1.5.2.3. WCDMA	164
4.1.5.2.4. LTE	164
4.1.5.3. BAND	164
4.1.5.4. ACCESS NODE	165
4.1.5.5. FTP SPECIFIC	165
4.1.5.5.1. Mode	165
4.1.5.5.2. Home Directory	166
4.1.5.5.3. No. Of files to get	166
4.1.5.5.4. File Name to Get	166

4.1.5.5.5. No. Of files to put	167
4.1.5.5.6. Size of Files to put (kB).....	167
4.1.5.5.7. No. of parallel transfers.....	167
4.1.5.5.8. Data Node.....	167
4.1.6. Prueba HTTP	168
4.1.6.1. Action	168
4.1.6.2. Client	168
4.1.6.3. Proxy address	169
4.1.6.4. Proxy port.....	169
4.1.6.5. No. of parallel sessions	169
4.1.6.6. No. of addresses	169
4.1.6.7. Data Node 1	169
4.1.7. Prueba de Ping.....	169
4.1.7.1. No. of attempts	170
4.1.7.2. Packet Size	170
4.1.7.3. Timeout (ms)	170
4.1.7.4. Setup Channel prior to test	170
4.1.7.5. Data Node	170
4.1.8. Prueba Idle.....	171
4.1.8.1. SIM slot	171
4.1.8.2. RAT state	171
4.1.8.3. Band	172
4.1.8.4. Duration.....	172
4.1.8.5. Setup LTE	172
4.2. DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES DE MEDICIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO EN REDES DE DATOS MÓVILES.....	173
4.3. PROCEDIMIENTO PARA EL PROCESAMIENTO DE LAS MEDICIONES DE CALIDAD EN REDES MÓVILES DE DATOS UTILIZANDO SOFTWARE DE POS PROCESAMIENTO.....	177
4.4. PROPUESTA DE MODELOS DE REPORTES DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD EN REDES MÓVILES.....	181
4.5. MEDICIONES DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN REDES DE DATOS MÓVILES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.....	183
4.6. ELABORACIÓN DE REPORTES.	191
4.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	197
CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	202
5.1. CONCLUSIONES.....	202
5.2. RECOMENDACIONES	205
BIBLIOGRAFÍA	206
ANEXO 1 MODELO DE REPORTE PARA PRUEBA DATOS – FTP 3G	213
ANEXO 2 – MODELO DE REPORTE PARA PRUEBA DATOS – HTTP 3G.....	236
ANEXO 3.- PRUEBA DATOS - FTP 3G OPERADOR 1	240
ANEXO 4.- PRUEBA DATOS - FTP 3G OPERADOR 2	301
ANEXO 5.- PRUEBA DATOS - FTP 3G OPERADOR 3	304
ANEXO 6.- PRUEBA DATOS - HTTP 3G OPERADOR 1.....	308
ANEXO 7.- PRUEBA DATOS - HTTP 3G OPERADOR 2.....	311
ANEXO 8.- PRUEBA DATOS - HTTP 3G OPERADOR 3.....	314

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1 Puntos de control y observación en una red SMA.....	5
Gráfico 1-2 Crecimiento de Abonados SMA.....	7
Gráfico 2-1 Contribución a la Calidad de Servicio Extremo a Extremo	11
Gráfico 2-2 Polos de la Calidad de Servicio	13
Gráfico 2-3 Aspectos de QoS relacionados a las fases del uso de un servicio	16
Gráfico 2-4 Señalización para una prueba de datos móviles, Descarga FTP	31
Gráfico 2-5 Señalización para una prueba de datos móviles, Carga FTP	32
Gráfico 2-6 Diagrama de señalización para el servicio de datos móviles HTTP.....	38
Gráfico 2-7 Efecto Doppler de un móvil alejándose con ángulo α	41
Gráfico 2-8 Imágenes equipo de medición Tems Pocket.....	51
Gráfico 2-9 Equipo de medición Tems Investigation	53
Gráfico 2-10 Equipo de medición Symphony.....	55
Gráfico 2-11 Sistema de medición Tems Automatic, implementación ARCOTEL	57
Gráfico 2-12 Equipo de medición Handy Nemo Pro.....	58
Gráfico 2-13 Software de pos procesamiento Gladiator G-Station.	61
Gráfico 2-14 Software de pos procesamiento ACTIX Analyzer.....	62
Gráfico 2-15 software de pos procesamiento Nemo Analyze.....	63
Gráfico 2-16 Arquitectura de la red GSM.....	81
Gráfico 3-2 Tramas de tiempo, time slots y bursts - GSM.....	86
Gráfico 2-18 Estructura de la red GPRS.....	88
Gráfico 2-19 Estructura de la trama GPRS.....	90
Gráfico 2-20 Arquitectura de las redes 3G	95
Gráfico 2-21 Estructura de la trama UMTS.....	99
Gráfico 2-22 Clases de canales existentes en WCDMA	101
Gráfico 2-23 Mapeo de los canales lógicos, transporte y físicos.....	102
Gráfico 2-24 Estructura de la red LTE	111
Gráfico 2-25 Estructura de la trama LTE	112
Gráfico 3-1 Configuración de pruebas de datos – Transferencias FTP	115
Gráfico 3-12 Mensajes de capa 3 involucrados en una conexión de datos 3G	117
Gráfico 3-13 Mensajería de capa 3 tipo NAS – Prueba de datos FTP	118
Gráfico 3-14 Procedimiento de establecimiento de un contexto PDP	130
Gráfico 3-15 Procedimiento de Activación de un Contexto PDP.....	131
Gráfico 3-16 Mensaje “Activate PDP Context Request”	132
Gráfico 3-17 Mensaje PDP Context Accept.....	135
Gráfico 3-18 Mensaje Deactivate PDP Context Request.	137
Gráfico 3-19 Mensaje Deactivate PDP Context Accept.....	139
Gráfico 3-20 Definición de los tipos de portador “bearer”.....	141
Gráfico 3-21 Trama que incluye el protocolo FTP	145
Gráfico 3-22 Trama que no incluye el protocolo FTP	146
Gráfico 3-23 Mensajes FTP para descarga y carga de archivo	147
Gráfico 3-24 Mensajes HTTP para acceso a la página web www.google.com.ec	149
Gráfico 3-25 Eventos de una conexión de datos – servicio FTP.....	152
Gráfico 3-26 Mensajería de una sesión de datos FTP	153
Gráfico 3-27 Mensajes capa 3 de una sesión de datos móvil HTTP.....	156
Gráfico 3-28 Mensajes TCP/IP de una sesión de datos HTTP exitoso.....	157
Gráfico 4-1 verificación de operatividad de órdenes de trabajo	158
Gráfico 4-2 Verificar ordenes de trabajo ejecutándose.	159
Gráfico 4-3 Detener una orden de trabajo.	159
Gráfico 4-4 Acceso a la carpeta de órdenes de trabajo.	160
Gráfico 4-5 Creación de nueva orden de trabajo.....	160
Gráfico 4-6 Nombre de la orden de trabajo.	161
Gráfico 4-7 Inserción de una actividad FTP.....	162
Gráfico 4-8 Selección de la opción IP logging	163
Gráfico 4-9 Selección de la tecnología (RAT STATE).....	164

Gráfico 4-10 Selección de banda de operación.....	165
Gráfico 4-11 Selección de Access Node	166
Gráfico 4-12 Selección de la opción Data Node	167
Gráfico 4-13 Opciones Action y Data Node1	168
Gráfico 4-14 Selección de la opción “Data Node”	171
Gráfico 4-15 Opción Add Above/Add below/Close/Help	172
Gráfico 4-16 Ejemplo de una orden de trabajo	173
Gráfico 4-17 Ejemplo de perfiles TCP/IP para las tecnologías HSPA y GPRS.....	175
Gráfico 4-18 Obtención archivos medición Tems Presentation.....	177
Gráfico 4-19 Contenido de un archivo “ZIP” obtenido de TEMS Automatic	178
Gráfico 4-20 Importación de archivos en Tems Discovery	179
Gráfico 4-21 Composición de varios archivos de medición en uno solo.	180
Gráfico 4-22 Procesamiento de mediciones de calidad de servicio móvil.....	181
Gráfico 4-23 Herramienta Report Template/Problem Set Builder	182
Gráfico 4-24 Configuración de la prueba Idle	184
Gráfico 4-25 Orden de trabajo para el módulo UE1	185
Gráfico 4-26 Configuración de la actividad FTP	187
Gráfico 4-27 Configuración del Access Node	188
Gráfico 4-28 Configuración del Data Node (Servidor FTP)	189
Gráfico 4-29 Orden de trabajo para pruebas de PING y HTTP.....	189
Gráfico 4-30 Configuración de las pruebas PING y HTTP	190
Gráfico 4-31 Configuración de los “Data Node” para PING y HTTP.	190
Gráfico 4-32 Entorno de trabajo Tems Discovery – Composite (Integrated).....	192
Gráfico 4-33 Selección de la opción de generación de reportes.	193
Gráfico 4-34 Selección del modelo de reporte a ejecutar.....	194
Gráfico 4-35 Perfil de UDR E-15-RIO-01 utilizado como filtro.	195
Gráfico 4-36 Análisis de mensajería de capa 3.	195
Gráfico 4-37 Detalle de mensajes de capa 3 (NAS).....	196
Gráfico 4-38 Detalle de mensaje NAS – PDP Context Activation	196
Gráfico 4-40 Velocidad media FTP Downlink/Uplink por operadora.	199
Gráfico 4-41 Relación entre los parámetros “Requested Throughput” y CQI	200
Gráfico 4-42 Velocidad servida al usuario vs el valor de CQI reportado por el móvil.	201

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2-1</i>	<i>Parámetros de calidad para los servicios más populares sobre redes móviles</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2-2</i>	<i>Parámetros de calidad aplicables para servicios de datos móviles</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 2-3</i>	<i>Parámetros de Calidad para Acceso a Internet</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 2-4</i>	<i>Parámetros de Calidad - Porcentaje de Accesos no Exitosos al Servicio FTP</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 2-5</i>	<i>Parámetros de Calidad, Tiempo de Acceso al Servicio FTP</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 2-6</i>	<i>Proporción de sesiones FTP fallidas {download|upload}</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 2-7</i>	<i>Tiempo de duración de sesión FTP</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 2-8</i>	<i>Tasa media de datos FTP {download|upload}</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 2-9</i>	<i>Tiempo de ida y retorno de PING</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 2-10</i>	<i>Porcentaje de accesos no exitosos al servicio FTP</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 2-11</i>	<i>Tiempo de acceso al servicio HTTP</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 2-12</i>	<i>Proporción de sesiones HTTP fallidas</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 2-13</i>	<i>Tasa media de datos HTTP</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 2-14</i>	<i>Valores típicos para cálculo de balance de potencia de equipo de medición</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 2-15</i>	<i>Parámetros de calidad para datos en servicios móviles / México</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 2-16</i>	<i>Parámetros de calidad para SMA / Costa Rica</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 2-17</i>	<i>Indicadores de calidad para datos móviles - Colombia</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 2-18</i>	<i>Parámetros de calidad redes móviles datos – Chile</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 2-19</i>	<i>Parámetros de calidad SMA datos –Brasil</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 2-20</i>	<i>Parámetros de Calidad para el Acceso a Internet (Datos Móviles) – España</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 2-21</i>	<i>Parámetros de calidad para servicios de datos móviles – India</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 2-22</i>	<i>Resumen de parámetros por país</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 2-23</i>	<i>Bandas de frecuencias asignadas a los sistemas GSM</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 2-24</i>	<i>Características del sistema GSM, Ecuador</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 2-25</i>	<i>Esquemas de codificación en GPRS</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 2-26</i>	<i>Esquemas de modulación y codificación en EDGE</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 2-27</i>	<i>Mapeo de los esquemas MSC versus las propiedades de BEP</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 2-28</i>	<i>Versiones de las tecnologías de la familia GSM – ETSI – 3GPP</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 2-29</i>	<i>Bandas de frecuencias utilizadas para las tecnologías 3G</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 2-30</i>	<i>Características de los sistemas 3G, Ecuador</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 2-31</i>	<i>Capacidad del canal respecto del factor de ensanchamiento</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 2-32</i>	<i>Categorías de terminales definidos para HSDPA</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 2-33</i>	<i>Tasas de codificación asociadas a los tipos de modulación</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 2-34</i>	<i>categorías de terminales definidos para HSUPA</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 2-35</i>	<i>Tabla de mapeo CQI para un terminal categoría 10</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 2-36</i>	<i>Parámetros básicos de LTE</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 2-37</i>	<i>Bandas de frecuencias asignadas para LTE</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 3-1</i>	<i>Información del elemento GMM Cause</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 3-2</i>	<i>Contenido del mensaje CM SERVICE REQUEST</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 3-3</i>	<i>Información del elemento CM Service Type</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 3-4</i>	<i>Mensajes RCC en proceso de establecimiento de conexión RR</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 3-5</i>	<i>Mensajes capa RRC en modo Dedicado para transmitir mensajes NAS</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 3-6</i>	<i>Elementos del Contexto PDP</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 3-7</i>	<i>Contenido del mensaje ACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 3-8</i>	<i>SM cause information element</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 3-9</i>	<i>Radio Bearer Setup Failure</i>	<i>142</i>
<i>Tabla 3-10</i>	<i>Clasificación de códigos FTP respecto del primer dígito</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 3-11</i>	<i>Clasificación De los códigos de respuesta FTP respecto del segundo dígito</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 4-1</i>	<i>Detalle de las pruebas de datos realizadas</i>	<i>183</i>
<i>Tabla 4-2</i>	<i>Configuración de las órdenes de trabajo para UE1, UE2 y UE3</i>	<i>186</i>
<i>Tabla 4-3</i>	<i>Detalle de los parámetros de activación de PDP Context</i>	<i>197</i>
<i>Tabla 4-4</i>	<i>Resumen de parámetros de calidad para tres operadoras</i>	<i>198</i>

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

El presente trabajo plantea la realización de la investigación para determinar los parámetros adecuados para la evaluación de la calidad del servicio de datos en las redes SMA (Servicio Móvil Avanzado), más comúnmente conocido como servicio de datos en telefonía celular; así como el procedimiento de evaluación con equipos de medición de parámetros de calidad en redes móviles, ya sea en sitios estáticos o en pruebas en movimiento (drive test), disponibles en el mercado. Para el presente trabajo se cree conveniente utilizar equipos de drive test marca ASCOM[1], y la familia de software de drive test TEMS DISCOVERY[2], de la misma empresa, los cuales se hallan disponibles en el organismo de control de los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador, Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones ARCOTEL[3].

Como parte del estudio se elaborarán procedimiento para la configuración de los equipos de medición, las condiciones de medición, y el procedimiento para pos-procesar los resultados obtenidos, que incluye la identificación de los parámetros a tomar en cuenta durante la evaluación, así como los macros o “scripts” necesarios para la elaboración de los reportes.

El trabajo implica en primer lugar un estudio de las diferentes tecnologías existentes en operación en nuestro país para los servicios de datos móviles, entre las cuales podemos mencionar: GPRS, EDGE, UMTS – WCDMA, HSDPA, HSUPA, HSPA+, LTE; para lo cual se dispone de una amplia bibliografía publicada por el organismo encargado de elaborar los estándares para las tecnologías mencionadas, grupo 3GPP (3rd Generation Partnership Project)[4],

información que es de libre acceso para el público en general. A partir de lo cual se establecerán los parámetros necesarios para evaluar la calidad de servicio de datos en redes SMA.

Una segunda parte involucra la investigación de las características de operación de los equipos de medición de parámetros técnicos en redes móviles, que como se ha mencionado previamente se limita a los equipos de la marca ASCOM[5], estudio que involucra el análisis de la información que recopilan los equipos de prueba tanto de capa física (interfaz aire), capa 2 y capa 3 de los estándares de telefonía móvil.

Finalmente se realizarán mediciones para constatar el comportamiento de los parámetros de calidad propuestos, y el posterior procedimiento de procesamiento de la información en la herramienta de pos-procesamiento TEMS DISCOVERY.

1.2. Antecedentes

Se define la calidad de servicio como “todas las características de un servicio de telecomunicaciones que inciden en su capacidad para satisfacer necesidades explícitas e implícitas del usuario del servicio” o también como “el efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio, que determina el grado de satisfacción de los usuarios”. Desde este punto de vista y de acuerdo a las funciones del organismo de control se deben definir los parámetros de calidad tendientes a satisfacer los requerimientos y necesidades de los usuarios, tomando en cuenta las propuestas de los proveedores[6][7].

Si bien la calidad del servicio se puede analizar desde cuatro perspectivas, esto es, las necesidades de calidad de servicio del usuario, la calidad de servicio que

oferta el proveedor, la que en realidad está entregando, y la que percibe el usuario[7]; en el presente estudio se pretende evaluar la calidad de servicio que está entregando el proveedor tratando de interpretar el punto de vista del usuario.

Generalmente la calidad del servicio que ofrecen los operadores se miden en base a indicadores de parámetros clave de servicio (KPI – Key Parameters Indicator), que permiten evaluar el funcionamiento de la red (Network Performance), para nuestro caso se busca establecer parámetros que permitan verificar los parámetros de calidad que ofrece el proveedor traducido a términos menos técnicos para que sean entendibles por el usuario no especializado y que requiere únicamente conocer que el servicio contratado es de buena calidad.

Es necesario distinguir entre los parámetros de calidad objetivos, que se basan en mediciones reales y cuantificables, y los parámetros de calidad subjetivos que se basan en la percepción e interpretación de los usuarios[8]. Entre los parámetros de calidad objetivos podemos identificar la velocidad de transmisión de datos, porcentaje de llamadas exitosas, entre otras; mientras que entre los parámetros de calidad subjetivos tenemos la percepción de cómo fue atendido el usuario en el proceso de venta del servicio, la Gráfico de la empresa, etc. Generalmente los parámetros subjetivos se analizan sobre la base de encuestas[6].

Los parámetros a considerar en el presente estudio se circunscriben únicamente a la categoría de parámetros objetivos, de los cuales existe una amplia gama de recomendaciones acerca de los KPI que se deberían considerar a nivel de red en base a mediciones y contadores, para determinar cómo está el funcionamiento de la red[9][10][11]. Es necesario filtrar y discernir qué

parámetros se deben tomar en cuenta para que sean presentables al usuario y que representen o permitan evaluar las expectativas que tenía del servicio. Varios parámetros de calidad de funcionamiento de la red pueden confluir en un solo parámetro de calidad enfocado a evaluar la calidad del servicio que se está entregando al usuario[12][13].

Los parámetros de calidad de la red se pueden evaluar con mediciones en varios puntos de la misma, Gráfico 1-1, los cuales se les conoce como puntos de control y observación (PCO – Point of Control and Observation)[8]; así el PCO puede ir en el equipo terminal (equipo móvil), o en cualquier punto de la red. Para el caso de los sistemas de medición TEMS de la empresa ASCOM, el PCO se encuentra en el equipo móvil.

Existe una gran variedad de dispositivos de medición, los cuales trabajan como equipos terminales de SMA. Una primera configuración denominada TEMS INVESTIGATION[14], consiste de equipos celulares de usuario con firmware especial conectados a un computador vía puerto USB, generalmente computador portátil, con un software especializado que nos permite configurar tareas de medición en base a la realización automática de llamadas, SMS, sesiones de datos, etc.; a la vez que recopila la mensajería de capa física (capa 1), capa enlace (RLC/MAC) y capa 3 (RRC) de la red de acceso móvil. En este caso la información de las mediciones se almacena en el computador.

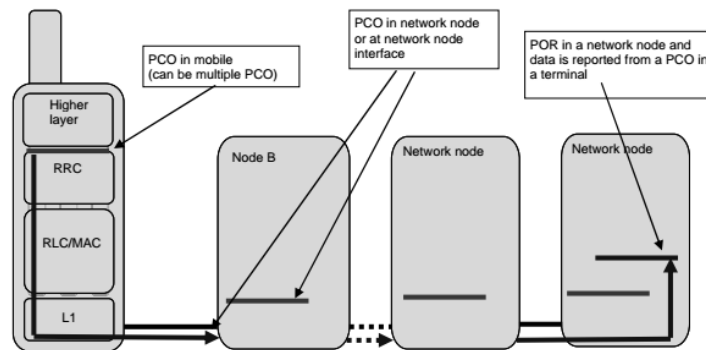


Gráfico 1-1 Puntos de control y observación en una red SMA
Fuente:[8] Figura 7.1

Otra configuración, y que es el que dispone el organismo de control del Ecuador, consiste de equipos remotos de prueba (RTU – Remote Test Units), los cuales constan además de cuatro o más módulos de equipo celular (lo cual permite realizar pruebas con tres o más SIM CARD al mismo tiempo). Los equipos RTU son controlados remotamente a través de un software de administración denominado Consola de Operación (Operator Console), y los resultados de las mediciones son transmitidas hacia un servidor central denominado Base de Datos de Mediciones, en donde se almacenan. Este sistema se lo conoce como TEMS AUTOMATIC[15], y se complementa con un software de pos-procesamiento, que puede ser TEMS PRESENTATION o la versión más actual TEMS DISCOVERY, para el análisis y procesamiento de la información de la base de datos de mediciones.

Finalmente la configuración conocida como TEMS POCKET[16], más liviana y que consiste de un equipo celular con firmware especial y software de ingeniería, con lo cual el equipo terminal realiza todas las funciones de configuración, medición, almacenamiento y visualización básica de resultados. El pos procesamiento avanzado se lo puede realizar con TEMS DISCOVERY.

En todos los casos se dispone de receptores GPS internos o externos que permiten registrar las coordenadas geográficas en caso de mediciones en movimiento (drive test), lo cual en la etapa de pos-procesamiento ayudará a elaborar reportes de las mediciones sobre mapas geo-referenciados.

Tal como se ha mencionado, se dispone en el organismo de control de los sistemas de telecomunicaciones en el Ecuador, del sistema autónomo de medición en redes móviles –SMM que consta de equipos ASCOM TEMS AUTOMATIC, el cual será utilizado para la medición de los parámetros de datos que se definan en la parte inicial del estudio que se plantea. Se dispondrá además de equipos del tipo TEMS POCKET y NEMO HANDY, este último es el equivalente del equipo POCKET pero en la marca NEMO (anteriormente NOKIA).

1.3. Justificación

El servicio móvil avanzado (SMA), es el de mayor crecimiento en los últimos años, con un total aproximado de 10'000.000 líneas [17], lo que en teoría significaría que existe casi un equipo celular por cada habitante en el Ecuador. De igual manera el servicio de datos a través de las redes SMA ha tenido un gran crecimiento, y los usuarios requieren cada vez mayores velocidades para sus necesidades de aplicaciones de entretenimiento, productivas, multimedia, etc.

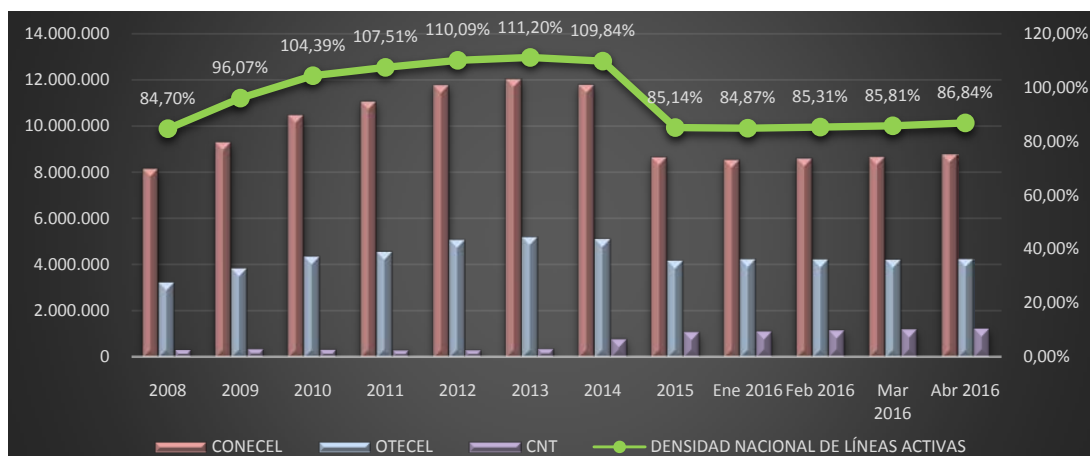


Gráfico 1-2 Crecimiento de Abonados SMA

Fuente: Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones [17]

La Constitución de la República del Ecuador define a las telecomunicaciones como un sector estratégico, así mismo en el artículo 314 se indica que el estado será el responsable de la provisión de servicios públicos, entre los cuales se hallan los servicios de telecomunicaciones, y que los mismos respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad[18].

Desde el punto de vista de control se hace necesario garantizar determinados niveles de calidad de servicio de datos, dentro de lo cual también se engloba la accesibilidad y continuidad del servicio hacia los usuarios, que satisfagan las necesidades y las expectativas creadas al momento de contratar los servicios.

La regulación, incluidos contratos de concesión, que rige la operación de los sistemas SMA en la actualidad no incluye parámetros de calidad que permitan evaluar con qué características se está ofreciendo a los usuarios los servicios de datos sobre redes móviles.

Para el caso de los servicios de Voz y SMS (Short Message Service, comúnmente conocido como servicio de mensajes de texto), existen parámetros de calidad bien definidos en los contratos de concesión suscritos entre el Estado y las empresas prestadoras del servicio móvil avanzado. Entre los parámetros podemos mencionar[19]:

1. Porcentaje de llamadas completadas, superior al 96%.
2. Porcentaje de llamadas establecidas en menos de 12 segundos, superior a 96%.
3. Porcentaje de mensajes de texto exitosos, superior a 98%.
4. Tiempo promedio de entrega de mensajes, menor a 20 segundos.
5. Calidad de conversación, medida por el método de MOS (Mean Opinion Score), mayor o igual a 3.3.

Estos parámetros han permitido evaluar el comportamiento del servicio y plantear a las empresas la implementación de mejoras.

Como se ha dicho anteriormente no existen parámetros de calidad para los servicios de datos sobre redes móviles, por lo que es importante contar con indicadores que permitan responder ante los requerimientos de los usuarios que no se hallan satisfechos con los servicios prestados por las empresas operadoras de SMA. Además de contar con medidas que sirvan al organismo de control para exigir mejoras en los servicios de datos a las empresas operadoras, de acuerdo a valores mínimos exigibles en la calidad de servicio que deben proveer.

La mejora en la calidad de servicio beneficia directamente a los involucrados que en teoría comprende casi al cien por ciento de la población, y con el continuo

crecimiento de nuevas aplicaciones como las denominadas M2M (Machine to Machine), tales como sistemas de medición remotos, sistemas de monitoreo, etc.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos Generales

Proponer parámetros para la evaluación de la calidad de los servicios de datos sobre redes SMA, y establecer los procedimientos de medición y evaluación de los mismos utilizando herramientas de medición de parámetros de calidad de redes móviles disponibles en el organismo de control de los servicios de telecomunicaciones del Ecuador.

1.4.2. Objetivos Específicos:

1. Estudiar el estado del arte de la teoría relativa a calidad de servicio en redes móviles, tales como parámetros de calidad, equipamiento y software de medición, metodologías de medición en otros países.
2. Estudiar las tecnologías de redes móviles (SMA) existentes en el Ecuador para aplicaciones de datos.
3. Proponer parámetros de calidad para evaluar el servicio de datos en redes móviles.
4. Proponer métodos de medición y pos procesamiento de los parámetros de calidad de los servicios de datos en redes móviles, utilizando las herramientas de medición existentes en el organismo de control de las telecomunicaciones.
5. Realizar mediciones de parámetros de calidad de los servicios de datos en las redes SMA.

CAPITULO 2 ESTADO DEL ARTE

2.1. Teoría de calidad en redes móviles

Una definición ampliamente aceptada para Calidad de Servicio es la que consta en la recomendación E.800 [20], en los siguientes términos: “La totalidad de las características de un servicio de telecomunicaciones que determinan su capacidad para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas del usuario del servicio”.

Según [20] la calidad de servicio se la evalúa en un contexto extremo a extremo, esto es de usuario a usuario, en donde cada elemento intermedio tiene su influencia sobre la evaluación final de la calidad de servicio. En el Gráfico 2-1, constan los elementos que conforman un servicio de manera general. Si bien se plantea una conexión de usuario a usuario, en muchos servicios actuales el usuario final se ve reemplazado por otro tipo de dispositivos, como puede ser un servidor, sin embargo de lo cual el

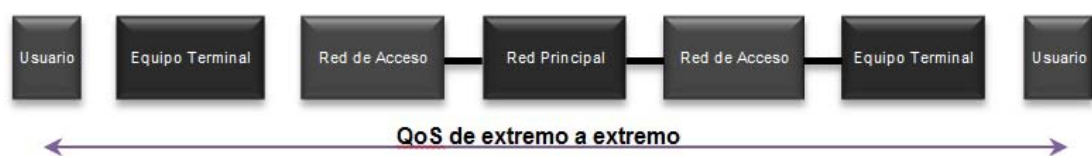


Gráfico 2-1 Contribución a la Calidad de Servicio Extremo a Extremo
Fuente: [20]- Figura 1

El aseguramiento de la calidad de servicio (Quality of Service QoS) es un factor importante en los procesos de provisión de servicios, sean estos del tipo que sean, ya que permiten satisfacer los requerimientos de los clientes y con esto lograr la fidelidad a los mismos. Además, el hecho de orientar el diseño de un

sistema a lograr servicios de calidad permitirá a futuro optimizar los costos y a mejorar los ingresos.

Para mejorar la calidad de servicio se requiere conocer cómo evaluarla, establecer parámetros de calidad, lo que permitirá conocer o establecer un punto de partida. Los parámetros deben estar orientados a satisfacer las necesidades y expectativas del usuario al cual están dirigidos los servicios.

La calidad de servicio en los sistemas de telecomunicaciones ha sido motivo de extensos estudios, especialmente por parte de los organismos de estandarización a nivel mundial, así vemos como la Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT, cuenta con una gran variedad de recomendaciones relacionadas con la calidad de servicios en los sistemas de telecomunicaciones.

En la recomendación G.1000 [21]; se expone la teoría relacionada con la calidad de servicio en los sistemas de telecomunicaciones, y se plantea la calidad de servicio como un ciclo que consta de cuatro polos, ver Gráfico 2-2, en el cual se relacionan cuatro aspectos de la calidad de servicio, asociadas con el cliente o usuario de los servicios por un lado, y el proveedor de servicios por otro lado (se considera incluido al proveedor de red si el proveedor de servicio no es el propietario de la red).

En principio se parte de los requisitos de calidad de servicio que aspira el cliente o usuario, planteando en primer lugar los requisitos de servicio en un lenguaje entendible y menos técnico, sobre la base de los cuales el proveedor de servicio oferta una determinada calidad de servicio, tratando de satisfacer en lo mayor posible los requerimientos del cliente, realizando un balance entre la inversión que puede realizar y los ingresos que aspira obtener; con este objetivo y acorde

a la inversión realizada, alcanzará en la práctica una determinada calidad de servicio que ofrece al usuario (QoS alcanzada por el proveedor), lo que influye en lo que finalmente el usuario percibe al hacer uso del servicio (QoS percibida por el cliente). Este ciclo se repite constantemente hasta lograr un equilibrio entre costo y calidad del servicio prestado.



Gráfico 2-2 Polos de la Calidad de Servicio
Fuente: [21]- Figura 3

Las aspiraciones del usuario siempre van a ser muy altas, por otro lado, toma en consideración lo que está dispuesto a pagar para satisfacer todos sus requerimientos, esto permite llegar a un equilibrio entre lo que el proveedor puede ofrecer y lo que satisface en cierta medida al usuario.

El ánimo de mejorar por parte de los proveedores se alienta también por la competencia existente en el mercado, que constantemente está mejorando para captar clientes sean estos nuevos o provenientes de otros proveedores. En teoría este ciclo “de mejora continua” ha servido como argumento de los proveedores de servicios para objetar la necesidad de que un tercer actor, el regulador o controlador, intervenga en el proceso de mejoramiento de la calidad de servicio. Los operadores han puesto como ejemplo varios países en los que

la calidad de servicio estaría mejorando únicamente por la intervención del mercado y la competencia sin la necesidad de un organismo de regulación y control.

Este último enfoque se vería adecuado en mercados desarrollados en los que los niveles de inversión sean los suficientes y exista un marco legal adecuado que permita al usuario hacer valer sus derechos sin la intervención de un ente regulador.

En [21] se hace énfasis en la diferenciación que debe existir entre Calidad de Servicio y Rendimiento de la Red (Network Performance), ya que según se indica, se tiende a confundir comúnmente estos dos términos, especialmente al utilizar el término calidad de servicio cuando se habla de rendimiento de la red. De manera general, la calidad de servicio está conformada por la Calidad de Funcionamiento de la Red (Rendimiento de la Red – Network Performance) y la Calidad de Funcionamiento Independiente de la Red, esto quiere decir que la calidad de servicio es un concepto más amplio que engloba a la calidad de funcionamiento de la red o Rendimiento de la Red (Network Performance).

Los parámetros dependientes del rendimiento de la red (Network Performance) son generalmente cuantitativos, esto es que se cuantifican sobre la base de mediciones, como ejemplo tenemos la tasa de bits errados, velocidad de transmisión de datos, nivel de señal recibido etc. Varios de estos parámetros son dependientes de la tecnología utilizada en la red (redes físicas, inalámbricas, ópticas, etc.), mientras que otros no dependen de las tecnología y más bien dependen del tipo de servicio.

Los parámetros no dependientes del funcionamiento de la red son mayormente cualitativos, esto es, que no se pueden cuantificar sobre la base de mediciones y generalmente se expresan mediante juicios y conceptos humanos; para lo cual se utiliza normalmente una escala que va de 1 a 5; y que representan la percepción del usuario, influenciado por las expectativas, factores psicológicos, el contexto de aplicación, entre otros factores [20]. Ejemplos de parámetros no dependientes de la red pueden ser la satisfacción por el tiempo de activación del servicio, la atención de reclamos, la amabilidad durante la atención, la calidad de información proporcionada, etc.

En general la calidad de servicio al estar orientada a satisfacer los requerimientos del usuario-cliente se debería evaluar sobre la base de encuestas, lo cual es un trabajo que requiere mucho esfuerzo, tiempo y de un costo alto. En la práctica se trata de valorar el rendimiento de la red sobre la base de medición de parámetros técnicos, y a partir de estos, con la utilización de algoritmos y estimaciones, hallar una equivalencia con la satisfacción del cliente. Para el caso de los parámetros independientes de la red generalmente se obtienen en base a la elaboración de encuestas a una muestra de usuarios que ofrezcan un grado de certidumbre adecuado.

Según [22] la utilización de un servicio se realiza por fases, lo cual implica que la evaluación de la calidad del servicio se considera como un modelo orientado a fases. En el Gráfico 2-3 se representan las fases en la utilización de un servicio de telecomunicaciones.

Existe una fase inicial relacionada con la Disponibilidad de la Red (Network Availability), en la fase siguiente denominada Accesibilidad a la Red (Network Accessibility) se evalúa el acceso a la red, esto es la probabilidad de que el

usuario tenga acceso, en este caso, a la red de datos. La tercera fase denominada Accesibilidad al Servicio (Service Accessibility) se toma en consideración el acceso al servicio, esto es la probabilidad que el usuario pueda acceder a utilizar un servicio deseado que se encuentra disponible en la red. La cuarta fase, Integridad del Servicio (Service Integrity), evalúa el uso del servicio, y se refiere a aspectos ligados a la integridad del servicio o a información de usuario que procesa el servicio, como ejemplo de parámetros en esta fase tenemos la tasa de bits errados, integridad de un archivo descargado, etc. La fase final denominada Retenibilidad del Servicio (Service Retainability) determina en qué medida el servicio se completó hasta el punto en el que el usuario del servicio intencional o voluntariamente dio por terminado el servicio, o si la causa de la terminación del servicio se debió a un evento no voluntario por parte del usuario, evento conocido como corte o caída del servicio.

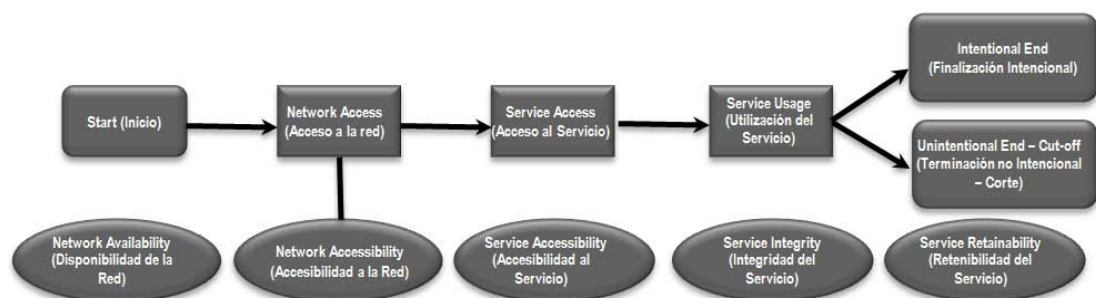


Gráfico 2-3 Aspectos de QoS relacionados a las fases del uso de un servicio

Fuente: [22]- Figura 6-7

Se debe aclarar que cada fase es dependiente de la fase previa, esto es que para que se pueda ejecutar una fase, la fase previa debió ser exitosa. Así por ejemplo para llegar a la fase de Accesibilidad a la Red, la fase de Disponibilidad de la red debió ser positiva, y para llegar a la fase de Retenibilidad del Servicio, todas las fases previas debieron ser positivas o exitosas. Todo proceso de

utilización de un servicio inicia obligatoriamente por la fase inicial denominada Disponibilidad de la Red.

2.2. Parámetros de calidad propuestos por los organismos de estandarización a nivel de funcionamiento de redes móviles

Los organismos de estandarización se han preocupado constantemente por establecer métodos y parámetros de evaluación de la calidad de servicio ofrecido al usuario sobre las redes de telecomunicaciones, como mecanismo de evaluar el rendimiento de la red con fines de optimización, así como para evaluar el nivel de satisfacción del usuario. Encabezando la actividad de estandarización se encuentran:

- European Telecommunications Standardization Institute (ETSI) – Instituto Europeo de Estandarización de las Telecomunicaciones.
- La Unión Internacional de Telecomunicaciones - Telecomunicaciones (UIT-T)

Cada uno de estos organismos ha emitido estándares relacionados con el rendimiento de las redes de telecomunicaciones, los parámetros a considerar, la forma de medición, entre otros aspectos.

2.2.1. Recomendaciones de la UIT-T relacionadas con la Calidad de Servicio en Sistemas de Telecomunicaciones.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones – Telecomunicaciones (UIT-T), dispone de recomendaciones acerca de calidad de servicio, tanto generales, de aplicación independiente del servicio, y recomendaciones de uso para cada uno de los servicios.

Las recomendaciones UIT-T en general están agrupadas en series, cada una de estas series dispone de recomendaciones relacionadas con la calidad de servicio, entre las que podemos citar referidas con el tema que nos ocupa tenemos:

Serie E - Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos

- E.800 Definiciones de los términos relativos a la calidad de servicio
- E.802 Marco y metodologías para la determinación y la aplicación de parámetros de calidad de servicio
- E.804 Aspectos relativos a la calidad de servicio para los servicios más utilizados en las redes móviles

Serie G - Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales:

- G.1000 Calidad de servicio de las comunicaciones: Marco y definiciones
- G.1010 Categorías de calidad de servicio para los usuarios de extremo de servicios multimedia

Serie Y - Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación

- Y.1540 Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet - Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes del protocolo Internet
- Y.1541 Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet

- Y.1542 Marco para alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento de IP de extremo a extremo

La recomendación E.800 contiene definiciones relativas a Calidad de Servicio, orientadas a unificar los términos utilizados respecto al tema.

E.802 presenta modelos para determinar los criterios de calidad de servicio y los parámetros de evaluación, estos modelos son aplicables para cualquier servicio. Se plantean tres modelos: Universal, Calidad de Funcionamiento y de Cuatro Mercados. Mediante estos modelos se trata de identificar las exigencias de los usuarios respecto a la calidad de servicio, estas exigencias o declaraciones se transforman en criterios y posteriormente en parámetros de calidad de los servicios.

E.804 brinda un conjunto de parámetros de calidad de servicio desde el punto de vista del usuario, y que se han establecido para los servicios más conocidos sobre redes móviles, así mismo, para cada parámetro se plantean los eventos que disparan el inicio y fin de la medición del parámetro.

G.1000 presenta un desarrollo más avanzado del concepto de calidad de servicio y su correlación con la definición de rendimiento de la red (network performance). Es un documento extenso, y tal como se indica en el mismo, está basado en las recomendaciones de la serie ETSI TS 102 250.

G.1010 establece categorías de calidad de servicio para los usuarios de extremo de servicios multimedia, estas categorías se plantean sobre la base del grado de tolerancia de los servicios respecto de parámetros de red como el retardo o latencia, pérdida de bits y la variación de retardo. Las categorías se definen en dos grupos:

Las que soportan pérdidas de bits: Voz en conversación y video, mensajerías vocal y video, audio/video en tiempo real, Fax, las cuales están en orden de tolerancia al retardo en 100ms, 1s, 10s y hasta 100s, respectivamente.

Las categoría que no soportan pérdida de paquetes: Modo dirigido/control (telnet, juegos interactivos), transacciones (comercio electrónico, navegación web, acceso a correo electrónico, etc.), mensajería/descarga (FTP, Gráfico fija), servicio de soporte (usenet), de igual manera ordenadas de acuerdo a la tolerancia al retardo.

Y.1540 y Y.1541 presentan parámetros de rendimiento de la red IP, incluido las capas inferiores, en Y.1540 se plantean los parámetros, mientras que en Y.1541 se indican los valores objetivos para diferentes clase de servicio.

Los parámetros planteados en [22] están relacionados con las fases de uso de un servicio, de acuerdo a lo cual se plantean los parámetros para el servicio de datos sobre redes móviles que se incluyen en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1

Parámetros de calidad para los servicios más populares sobre redes móviles

Tipo	Fase	Parámetro	Definición
Parámetros de QoS Independientes del Servicio	Disponibilidad de la Red	Indisponibilidad de la Red de Radio (%)	Corresponde a la probabilidad que los servicios móviles (redes de radio) no estén disponibles hacia el usuario.
	Accesibilidad de la Red	Proporción de Fallas en la Selección de Red y Registración (%)	Es la probabilidad de que un usuario no pueda realizar una selección de red exitosa (sea esta manual o automática) y la registración exitosa en una determinada PLMN (Public Land Mobile Network – Red Móvil Pública Terrestre)
		Tiempo de Selección de Red y Registración (s)	Es el tiempo que toma para realizar un procedimiento exitoso de selección y registración en la red (manual o automática) en una red PLMN deseada u predefinida.
		Proporción de Fallas del Procedimiento Attach - Attach Failure Ratio (%)	Probabilidad de que un suscriptor no pueda realizar el procedimiento de "attach"

Tipo	Fase	Parámetro	Definición
Parámetros de QoS Dependientes del Servicio	Accesibilidad al Servicio		(registro) en la red de conmutación de paquetes de datos (PS network)
		Tiempo de Establecimiento del Procedimiento Attach – Attach Set-Up Time	Es el período de tiempo necesario para realizar el procedimiento de Attach en la red de conmutación de paquetes.
		Proporción de Fallas de Activación del Contexto PDP - PDP Context Activation Failure Ratio	Es la probabilidad de que el contexto PDP no se pueda activar. Es la proporción de intentos no exitosos de activación de contextos PDP y el total de intentos realizados.
		Tiempo de Activación del Contexto PDP - PDP Context Activation Time (s)	Es el período de tiempo requerido para activar el contexto PDP
		Proporción de Contextos PDP Caídos (%) – PDP Context Cut-off Ratio	Es la probabilidad de que un contexto PDP sea desactivado sin que sea iniciado intencionalmente por el usuario, permitiendo a la red desactivar el contexto luego del tiempo idle del usuario.
		Proporción de Llamadas de Accesos de Datos Fallidas [%] - Data Call Access Failure Ratio [%]	Es la probabilidad de que un suscriptor (parte A) no pueda tomar ventaja de un servicio ofrecido para establecer una llamada de datos a una parte B.
		Tiempo de Llamada de Acceso de Datos [s] - Data Call Access Time [s]	Tiempo transcurrido desde que se solicita una llamada de datos hasta que se establece la conexión.
		No Accesibilidad al Servicio FTP {download|upload} (%) – FTP {download|upload} Service Non-accessibility (%)	Denota la probabilidad de que un suscriptor no pueda establecer un contexto PDP y acceder al servicio exitosamente
		Tiempo de Establecimiento FTP {download|upload} – FTP {download|upload} Set-up Time (s)	Es el período de tiempo requerido para acceder al servicio exitosamente, desde que se inicia la conexión hasta el punto en el que el contenido es enviado o recibido.
		Proporción de Falla en el Acceso al Servicio IP, para FTP {download|upload} (%) - FTP ((download|upload)) IP-service Access Failure Ratio (%)	Es la probabilidad que un suscriptor no pueda establecer exitosamente una conexión TCP/IP al servidor del servicio FTP.
		Tiempo de Establecimiento del Servicio IP para FTP {download|upload} (s) - FTP {download|upload} IP-Service Set-up Time (s)	Es el período de tiempo necesario para establecer una conexión TCP/IP al servidor del servicio IP, desde el envío de la primera consulta al servidor hasta el instante cuando el contenido es enviado o recibido.
		Proporción de Falla de	Es la proporción de sesiones

Tipo	Fase	Parámetro	Definición
		Sesiones FTP {download|upload} (%) - FTP {download|upload} Session Failure Ratio (%)	FTP no completadas y sesiones que fueron completadas exitosamente
	Integridad del Servicio	Tiempo de Duración de la Sesión FTP {download|upload} [s] - FTP {download|upload} Sesión Time [s]	Período necesario para completar exitosamente la sesión de datos PS
	Retenibilidad del Servicio	Tasa de Datos Media {download|upload} [kbit/s] - FTP {download|upload} Mean Data Rate [kbit/s]	Es la velocidad promedio de transferencia de datos medida durante todo el tiempo de conexión (esto es, después de que la conexión de datos ha sido establecida exitosamente) al servicio. La transferencia de datos debe ser exitosamente terminada.
		Proporción de Transferencias de Datos FTP Caídas [%] - FTP {download|upload} data transfer cut-off ratio [%]	Es la proporción de transferencias de datos incompletas a la cantidad de transferencias de datos que fueron exitosamente iniciadas.
		Tiempo de Viaje de Ida y Vuelta de PING [ms]- Ping Round Trip Time [ms]	Es el tiempo requerido por un paquete para viajar desde la fuente al destino y retornar. Es utilizado para medir el retardo en una red en un determinado momento.

Fuente: [22]

2.2.2. Recomendaciones de la ETSI relacionadas con la Calidad de Servicio en Sistemas de Telecomunicaciones

El Instituto Europeo de Estandarización de las Telecomunicaciones (ETSI por las siglas en inglés), ha trabajado ampliamente en temas de calidad de servicio, de manera que sus recomendaciones son las de más amplia acogida como referencia para establecer parámetros de calidad de servicio en redes móviles, especialmente en lo referente a servicios de voz. En general las recomendaciones ETSI y de la UIT están íntimamente relacionadas. Las recomendaciones ETSI usualmente han sido acogidas por a UIT para incorporarlas como propias, con las debidas revisiones. Las recomendaciones más representativas relativas a calidad de servicio en general y calidad de servicio en redes móviles son las siguientes:

- ETSI TS 102 250 series - Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks (Calidad de Transmisión de Conversación y Multimedia; Aspectos de Calidad de Servicio para Servicios Populares en Redes Móviles);
 - Part 1: Assessment of Quality of Service[23]
 - Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation
 - Part 3: Typical procedures for Quality of Service measurement equipment
 - Part 4: Requirements for Quality of Service measurement equipment
 - Part 5: Definition of typical measurement profiles
 - Part 6: Post processing and statistical methods
 - Part 7: Network based Quality of Service measurements
- ETSI EG 202 057 series - Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); User related QoS parameter definitions and measurements
 - Part 1: General
 - Part 2: Voice telephony, Group 3 fax, modem data services and SMS
 - Part 3: QoS parameters specific to Public Land Mobile Networks (PLMN)
 - Part 4: Internet access
- ETSI ES 202 765 series - Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS and network performance metrics and measurement methods
 - Part 1: General considerations

- Part 2: Transmission Quality Indicator combining Voice Quality Metrics
- Part 3: Network performance metrics and measurement methods in IP networks
- Part 4: Indicators for supervision of Multiplay services

Tomando como referencia las recomendaciones ETSI EG 202 250-2 [12] y ETSI ES 202 765-4 [24] se obtienen los parámetros de calidad más importantes para el servicio de datos móviles (servicio de internet) que se enlistan en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2
Parámetros de calidad aplicables para servicios de datos móviles

ES 202 765-4			TS 102 250-2		
N°	Título	Definición	N°	Título	Definición
6.1	Disponibilidad del Acceso a Internet (Availability of Internet Access)	Esta métrica representa la probabilidad para un usuario de que las aplicaciones sean alcanzables desde su acceso a internet. Denota la probabilidad para un usuario de que su acceso a internet está disponible.		No Disponible	
6.2	Tasa de bits de descarga de internet (Internet Download Bit Rate)	Esta métrica representa la tasa de bit de descarga desde internet que se halla disponible para el usuario. El indicador evalúa la capacidad para utilizar los servicios de internet.		No Disponible	

ES 202 765-4			TS 102 250-2		
N°	Título	Definición	N°	Título	Definición
6.3	(Tasa de bit de carga en internet) Internet Upload Bit Rateinternet –	Esta métrica representa la tasa de bit de carga hacia internet que se halla disponible para el usuario. El indicador evalúa la capacidad para utilizar los servicios de internet.		No Disponible	
6.4	Proporción de Sesiones de descarga FTP no exitosas (Unsuccessful FTP Download session Ratio)	Representa la proporción de las sesiones de descarga FTP no exitosas como una medida de la exactitud del servicio de internet.	6.1.5	Proporción de sesiones Fallidas FTP {Descarga|Carga} Proporción de sesiones de no completadas en su totalidad y las sesiones FTP interrumpidas que se iniciaron {Descarga|Carga} (FTP{Download|Upload} Session Failure Ratio[%] or FTP{Download|Upload} Data Transfer Cut-off Ratio [%])	La proporción de sesiones fallidas es la proporción de sesiones de no completadas en su totalidad y las sesiones interrumpidas que se iniciaron exitosamente. La proporción de transferencias de datos cortadas es la proporción de transferencias de datos incompletas y las transferencias de datos que fueron iniciadas exitosamente.
6.5	Proporción de sesiones de carga FTP no exitosas (Unsuccessful FTP Upload session Ratio)	Representa la proporción de las sesiones de carga FTP no exitosas como una medida de la exactitud del servicio de internet.	6.1.5	Proporción de sesiones Fallidas FTP {Descarga|Carga} Proporción de sesiones de no completadas en su totalidad y las sesiones interrumpidas que se iniciaron {Descarga|Carga} (FTP{Download|Upload} Session Failure Ratio [%] or FTP{Download|Upload} Data Transfer Cut-off Ratio [%])	La proporción de sesiones fallidas es la proporción de sesiones de no completadas en su totalidad y las sesiones interrumpidas que se iniciaron exitosamente. La proporción de transferencias de datos cortadas es la proporción de transferencias de datos incompletas y las transferencias de datos que fueron iniciadas exitosamente.
6.6	Proporción de Sesiones HTTP no exitosas (Unsuccessful HTTP sesión Ratio)	Representa la proporción de los intentos de navegación web no exitosos como una medición de la exactitud del servicio de internet.	6.8.5	Proporción de sesiones Fallidas HTTP Proporción de sesiones de no completadas en su totalidad y las sesiones HTTP interrumpidas. (HTTP Session Failure Ratio [%] or HTTP Data Transfer Cut-off Ratio [%])	La proporción de sesiones fallidas es la proporción de sesiones de no completadas en su totalidad y las sesiones que se iniciaron exitosamente. La proporción de transferencias de datos cortadas es la proporción de transferencias de datos incompletas y las transferencias de datos que fueron iniciadas exitosamente.

ES 202 765-4			TS 102 250-2		
N°	Título	Definición	N°	Título	Definición
6.7	Retardo de ping (Ping Delay)	Esta métrica representa el promedio del tiempo de viaje de ida y vuelta (RTT – Round Trip Time, por las siglas en ingles) para alcanzar sitios de juegos. Esta métrica indica el rendimiento de la red en términos de los parámetros de transmisión (retardo y variaciones de retardo), como una medida de la exactitud del servicio de internet.	6.3.1	Tiempo de viaje de ida y vuelta [ms] (Ping Round Trip Time [ms])	El tiempo de viaje de ida y vuelta es el tiempo requerido para un paquete para viajar desde la fuente hacia un destino y viceversa. Es utilizado como una medición del retardo de una red a determinado instante. Para esta medición el servicio debe estar previamente establecido.
6.8	Tiempo de inicio de sesión en internet (Internet Login Time)	Este indicador es una medición extremo a extremo de la disponibilidad del servicio en términos de la capacidad para un cliente de internet para acceder al internet.			
6.9	Velocidad de descarga de una página web. (Web page download Speed)	Este indicador evalúa el rendimiento promedio de descarga cuando un usuario está navegando en internet.	6.8.7	Velocidad o Tasa de datos HTTP promedio [kbit/s] (HTTP Mean Data Rate [kbit/s])	Después de que un enlace de datos se ha establecido correctamente, este parámetro describe el valor promedio de la tasa transferencia de datos medido durante todo el tiempo de conexión al servicio.
6.10	Velocidad de Descarga FTP (FTP Download Speed)	Indicador que evalúa el rendimiento promedio de descarga cuando el cliente está descargando un archivo vía FTP.	6.1.7	Velocidad o Tasa de datos FTP promedio [kbit/s] (FTP Mean Data Rate [kbit/s]) (FTP{Download|Upload} Mean Data Rate [kbit/s])	Después de que un enlace de datos se ha establecido correctamente, este parámetro describe el valor promedio de la tasa transferencia de datos medido durante todo el tiempo de conexión al servicio.
6.11	Velocidad de Carga FTP (FTP Upload Speed)	Indicador que evalúa el rendimiento promedio de carga cuando un cliente está subiendo un archivo vía FTP.	6.1.7	Velocidad o Tasa de datos FTP promedio [kbit/s] (FTP{Download|Upload} Mean Data Rate [kbit/s])	Después de que un enlace de datos se ha establecido correctamente, este parámetro describe el valor promedio de la tasa transferencia de datos medido durante todo el tiempo de conexión al servicio.

Fuente: ETSI ES 202 765-4 [12], ETSI TS 102 250-2[12]

La recomendación ETSI EG 202 057-4 [25] ha servido como referencia para varios organismos de regulación a nivel de país. Los parámetros que se plantean en esta recomendación constan en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3
Parámetros de Calidad para Acceso a Internet

Parámetro	Medida	Método de medición	de	Aplicación
Tiempo de Inicio de Sesión (Login)	Número de inicio de sesión exitosos	Llamadas de prueba		Todos los servicios provistos por el proveedor de acceso a internet y que son accedidos vía proceso de inicio de sesión.
Velocidad de transmisión de datos alcanzada	La tasa máxima de transmisión de datos alcanzada en kbps/s. La tasa mínima de transmisión de datos alcanzada en kbps/s. El valor promedio y la desviación estándar de la tasa de transmisión de datos en kbit/s.	Llamadas de prueba		Todo IAP
Tasa de transmisiones de datos no exitosas	% de transmisiones de datos no exitosas	Llamadas de prueba		Todo IAP
Tasa de inicios de sesión exitosos	% de inicios de sesión exitosos	Llamadas de prueba		Todos los servicios que son accedidos vía proceso de inicio de sesión.
Retardo (tiempo de transmisión en una vía)	El valor promedio del retardo en milisegundos La desviación estándar del retardo.	Llamadas de prueba		Todo IAP

Fuente: ETSI EG 202 057-4 [25]

La serie de recomendaciones ETSI 202 057 presentan un conjunto de parámetros de calidad desde el punto de vista del usuario/cliente, orientados a ser presentados al usuario/cliente. Las recomendaciones se entienden aplicables a todos los servicios de telecomunicaciones, independientemente de la tecnología, tomando en cuenta las consideraciones correspondientes para cada servicio.

La serie de recomendaciones ETSI ES 202 765 se enfoca en cambio en parámetros de calidad desde un punto de vista más técnico, tomando en cuenta en una primera parte a los servicios y en lo posterior al rendimiento de la red. La parte 4 de esta recomendación presenta parámetros para los servicios multi-play tales como Acceso a Internet, IPTV y VoD. Los parámetros 6-4 a 6-11, de la parte 4, son planteados tomando como referencia la recomendación ETSI 202 057.

Por su lado la serie de recomendaciones EG 202 250 se enfoca exclusivamente a las redes móviles, con la consideración adicional que incluye información del método de medición de los parámetros, características de los equipos de medición, perfiles de medición, pos procesamiento y métodos estadísticos, etc. Se plantean parámetros independientes del servicio (acceso a la red, tiempo de acceso, creación de contextos PDP, etc.), y parámetros dependientes del servicio (velocidad de transferencia FTP, HTTP, etc.). Esta recomendación también toma como referencia a la recomendación ETSI 202 057.

2.3. Parámetros de calidad aplicables a los servicios de datos en redes móviles

Analizando las diferentes recomendaciones relacionadas con los parámetros de calidad en redes móviles, específicamente para los servicios de datos (acceso a internet), en este apartado se presenta un grupo de parámetros que se consideran para evaluación.

Debe tomarse en cuenta que se busca analizar la calidad de servicio desde el punto de vista del usuario, esto es, parámetros expresados en términos accesibles al usuario. Para esto debemos considerar que al usuario no le

interesan términos técnicos relacionados con el funcionamiento de la red, y está interesado en cómo funcionan los servicios a los que accede y el rendimiento de los mismos.

Tal como se ha planteado con anterioridad la utilización de los servicios es un proceso que se desarrolla por fases, de forma que para la ejecución de una determinada fase se requiere que las fases previas hayan sido exitosas. Con esta premisa se pueden plantear los parámetros de calidad desde el punto de vista de los servicios, sin tener que hacer uso de parámetros técnicos complejos tales como “Proporción de Fallas del procedimiento Attach” o “Proporción de Fallas de Activación del Contexto PDP”, cuyo éxito está implícito en el cumplimiento del parámetro relacionado con el servicio.

El conocimiento de los parámetros técnicos es de interés de los administradores de red para determinar con mayor detalle los problemas de la misma, aspecto que para el usuario no tiene importancia.

Tienen especial interés los puntos de referencia para la evaluación de los parámetros de calidad orientados al servicio. Esto significa que el punto de inicio debe incluir eventos que se presentan en la fase inicial, esto es la accesibilidad de la red.

Con las consideraciones expuestas se plantean los parámetros de calidad para datos en redes móviles en los términos que se incluyen a continuación.

2.3.1. Parámetros de calidad aplicables a los servicios de datos en redes móviles.

Para la definición de los parámetros de calidad de servicio se debe considerar el diagrama de señalización que consta en el Gráfico 2-4, para el servicio FTP, según información tomada de [26].

Para el caso de algunos parámetros se describen dos métodos para el cálculo [12], Método A y Método B, diferenciándose en la ubicación de los puntos de referencia para la evaluación.

En el caso del Método A, se trata de evaluar tomando en consideración únicamente el throughput (velocidad de datos de usuario), en cambio que el Método B toma en cuenta parte de la señalización, mayor detalle de la diferenciación entre los dos métodos se encuentra en [12], sección 4.2.

Tabla 2-4

Parámetros de Calidad - Porcentaje de Accesos no Exitosos al Servicio FTP

Servicio	Nombre del Parámetro	Definición	Puntos de referencia para evaluación	Unidad
FTP	Porcentaje de accesos no exitosos al servicio FTP {download|upload}	Indica el porcentaje de intentos no exitosos de acceso al servicio FTP sobre una red móvil, para carga o descarga de datos de un servidor.	<p>Inicio: El usuario inicia el acceso al servicio. Capa 3 (RR) "CHANNEL REQUEST". No incluido en Gráfico 2-4 y se debe evaluar desde la fase de disponibilidad de la red.</p> <p>Parada: Se inicia la carga o descarga del archivo.</p> <p><u>Método A</u>.- Recepción del primer paquete de datos de usuario. Para descarga, paso 36 en el Gráfico 2-4 Para carga, paso 35 en el Gráfico 2-5</p> <p><u>Método B</u>.- Envío del mensaje [ACK] para el conjunto [SYN, ACK], para modo pasivo. Para descarga, paso 34 del Gráfico 2-4. Para carga, paso 34 en el Gráfico 2-5</p> <p>Acceso no exitoso: Si no se alcanza el punto de parada</p>	Porcentaje [%]

Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.1. Porcentaje de accesos no exitosos al servicio FTP {download|upload}.

Representa la relación entre los intentos de acceso no exitosos al servicio FTP y el número total de intentos de acceso al servicio FTP. Este parámetro se evalúa desde el momento que el usuario inicia el intento de utilizar el servicio de datos, esto es, se incluye y se evalúa las fases de disponibilidad de la red, accesibilidad de la red y accesibilidad del servicio.

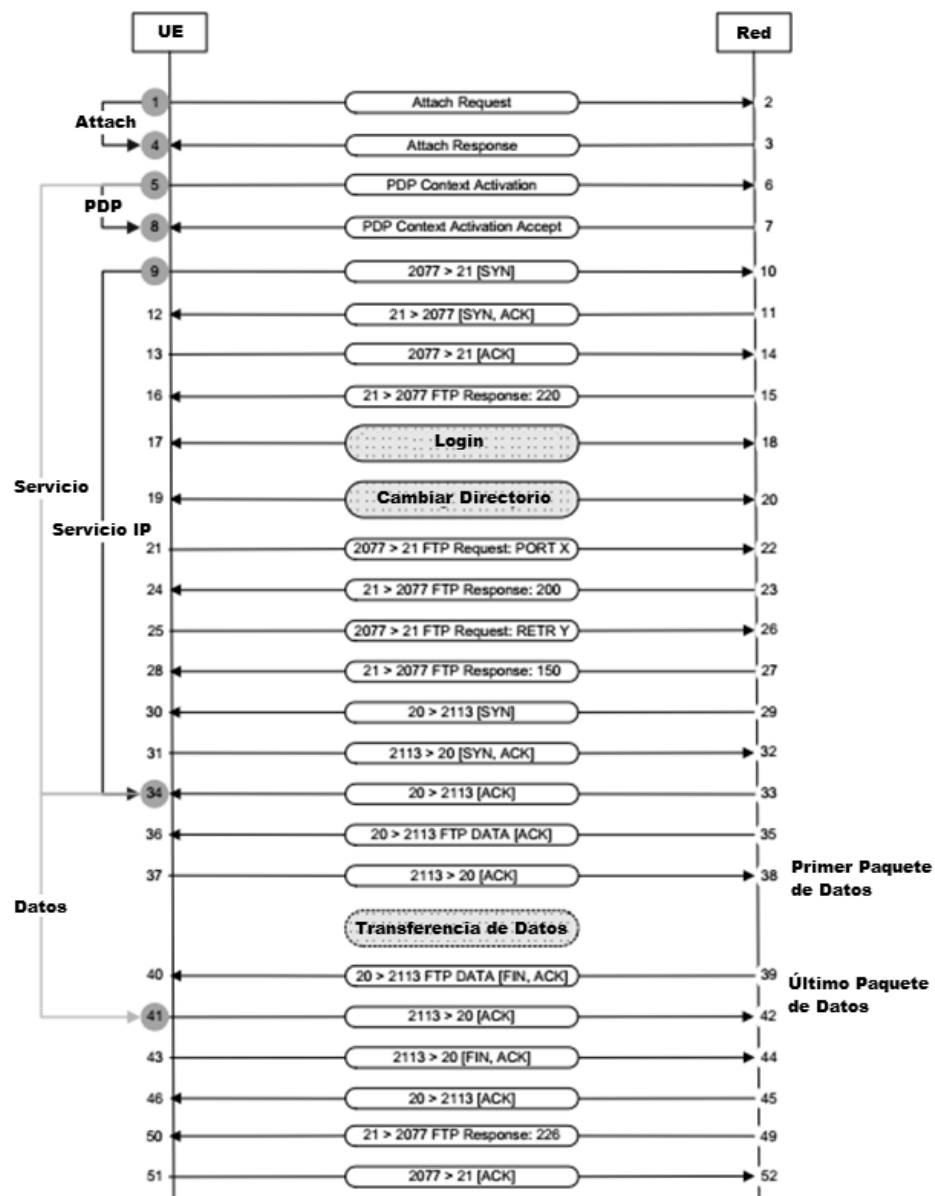


Gráfico 2-4 Señalización para una prueba de datos móviles, Descarga FTP
Fuente: [26], Gráfico 3.2.7

En la Tabla 2-4 se presenta la descripción detallada de este parámetro, se incluye los puntos de referencia para evaluación.

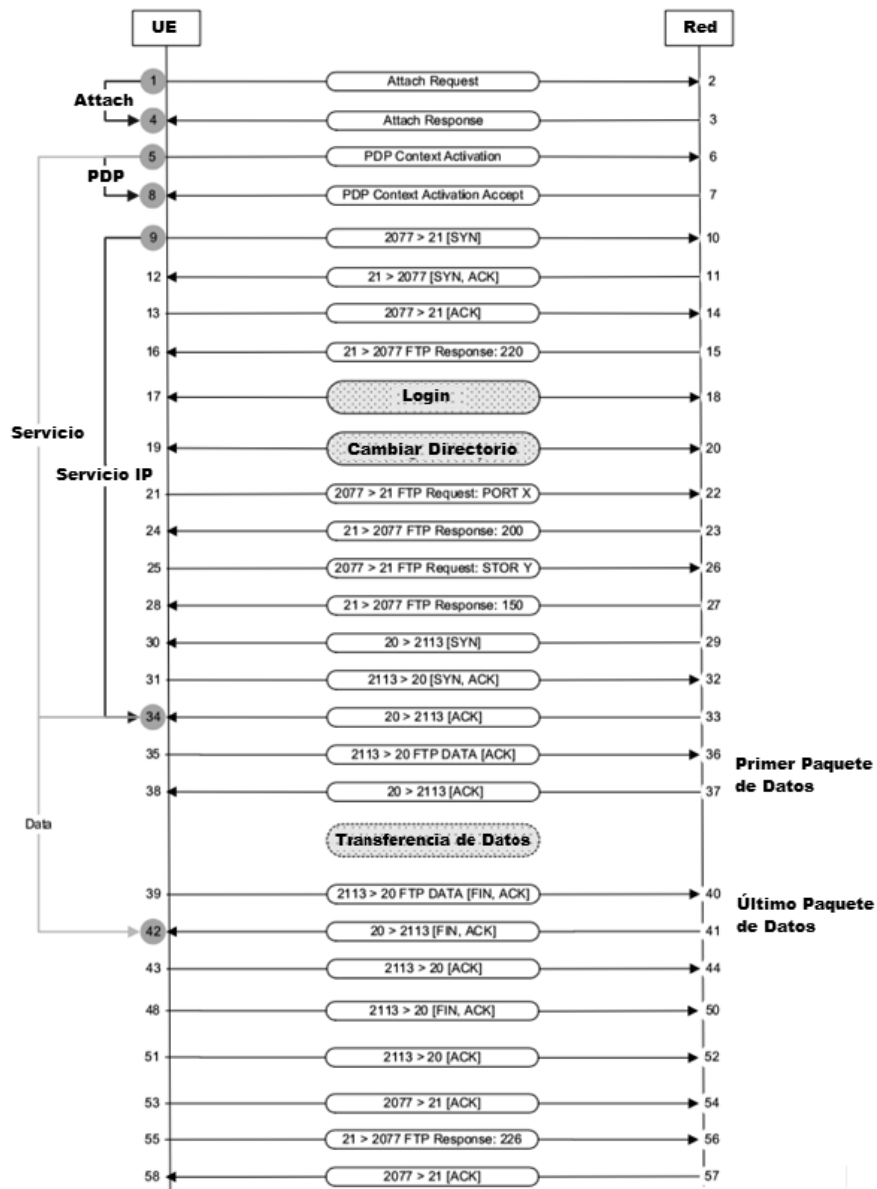


Gráfico 2-5 Señalización para una prueba de datos móviles, Carga FTP
Fuente: [26], Gráfico 3.4.7

2.3.1.2. Tiempo de acceso al servicio FTP {download|upload}.

Se define como el tiempo necesario para acceder exitosamente al servicio FTP.

No se toma en cuenta la fase de disponibilidad de la red y se evalúa a partir de la

fase de accesibilidad a la red. En la Tabla 2-5 se presenta el detalle del parámetro.

Tabla 2-5

Parámetros de Calidad, Tiempo de Acceso al Servicio FTP

Servicio	Nombre del Parámetro	Definición	Puntos de referencia para evaluación	Unidad
FTP	Tiempo de acceso al servicio FTP {download|upload}	El tiempo requerido para acceder al servicio exitosamente	<p>Inicio: El usuario inicia el acceso al servicio. Capa 3 (RR) "CHANNEL REQUEST". Para descarga, evento 1 en el Gráfico 2-4 Para carga, evento 1 en el Gráfico 2-5. Parada: Se inicia la carga o descarga del archivo. <u>Método A.</u>- Recepción del primer paquete de datos de usuario. Para descarga, mensaje 36 en el Gráfico 2-4 Para carga, mensaje 35 en el Gráfico 2-5. <u>Método B.</u>- Envío del mensaje [ACK] para el conjunto [SYN, ACK], para modo pasivo. Para descarga, mensaje 34 en el Gráfico 2-4. Para carga, mensaje 34 en el Gráfico 2-5</p> <p>Acceso no exitoso: Si no se alcanza el punto de parada</p>	Segundos [s]

Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.3. Proporción de Sesiones FTP fallidas {download|upload}.

Se define como el número de sesiones de datos FTP fallidas (no se completó la carga/descarga exitosamente), dividido para el número total de sesiones de datos FTP establecidas exitosamente/correctamente, para más detalles ver Tabla 2-6.

Tabla 2-6

Proporción de sesiones FTP fallidas {download|upload}

Servicio	Nombre del Parámetro	Definición	Puntos de referencia para evaluación	Unidad
FTP	Proporción de sesiones FTP fallidas {download|upload}	Es el porcentaje de sesiones no completadas exitosamente	<p>Inicio: Se inicia la carga o descarga del archivo. <u>Método A.</u>- Se recibe el mensaje FTP DATA [ACK] del primer paquete de datos. Para descarga, mensaje 36 del</p>	Porcentaje [%]

Servicio	Nombre del Parámetro	Definición	Puntos de referencia para evaluación	Unidad
		e y que fueron iniciadas correctamente.	<p>Gráfico 2-4. Para carga, mensaje 35 del Gráfico 2-5</p> <p><u>Método B.-</u> Se recibe el mensaje [ACK] en respuesta al mensaje [SYN, ACK]. Para descarga, mensaje 34 del Gráfico 2-4 Para carga, mensaje 34 del Gráfico 2-5</p> <p>Parada: Se completa exitosamente la carga/descarga del archivo. Recepción del último paquete de datos de usuario. Se recibe el mensaje [ACK] para el último paquete de datos. Para descarga, mensaje 41 en el Gráfico 2-4. Para carga, mensaje 42 en el Gráfico 2-5</p> <p>Sesión no Exitosa: Si no se alcanza el punto de parada</p>	

Fuente: Elaboración propia

2.3.1.4. Tiempo de duración de sesión FTP {download|upload}.

Se define como el tiempo requerido para la descarga o carga de los datos de usuario desde el servidor FTP. Se evalúa únicamente para las sesiones exitosas.

Mayor detalle del parámetro se encuentra en la Tabla 2-7.

Tabla 2-7

Tiempo de duración de sesión FTP

Servicio	Nombre del Parámetro	Definición	Puntos de referencia para evaluación	Unidad
FTP	Tiempo de duración de la Sesión FTP	Tiempo requerido para completar exitosamente una sesión FTP (Tiempo de carga/descarga de archivo de prueba)	<p>Inicio: Se inicia la carga o descarga del archivo.</p> <p><u>Método A.-</u> Se recibe el mensaje FTP DATA [ACK] del primer paquete de datos. Para descarga, mensaje 36 del Gráfico 2-4. Para carga, mensaje 35 en el Gráfico 2-5</p> <p><u>Método B.-</u> Se recibe el mensaje [ACK] en respuesta al mensaje [SYN, ACK]. Para descarga, mensaje 34 del Gráfico 2-4. Para carga, mensaje 34 del Gráfico 2-5</p> <p>Parada: Se completa exitosamente la carga/descarga del archivo. Recepción del último paquete de datos de usuario. Se recibe el mensaje [ACK]</p>	Segundos [s]

para el último paquete de datos.
 Para descarga, mensaje 41 en el Gráfico 2-4.
 Para carga, mensaje 42 en el Gráfico 2-5

Fuente: Elaboración propia

2.3.1.5. Tasa media de datos FTP {download|upload}.

Se define como la velocidad de transferencia de datos de usuario descargados o cargados desde el servidor FTP. Se obtiene de la división de la cantidad de datos, expresado en kilobits, descargados o cargados del servidor FTP durante el tiempo de duración de la sesión FTP, dividido para el tiempo de duración de la sesión FTP expresado en segundos. Mayor detalle en la Tabla 2-8.

Tabla 2-8
 Tasa media de datos FTP {download|upload}

Servicio	Nombre del Parámetro	Definición	Puntos de referencia para evaluación	Unidad
FTP	Tasa media de datos {download|upload}	Es la tasa media de transferencia de datos medido durante todo el tiempo de conexión al servicio.	<p>Inicio: Se inicia la carga o descarga del archivo. Método A.- Se recibe el mensaje FTP DATA [ACK] del primer paquete de datos. Para descarga, mensaje 36 del Gráfico 2-4. Para carga, mensaje 35 del Gráfico 2-5 Método B.- Se recibe el mensaje [ACK] en respuesta al mensaje [SYN, ACK]. Para descarga, mensaje 34 del Gráfico 2-4. Para carga, mensaje 34 del Gráfico 2-5</p> <p>Parada: Se completa exitosamente la carga/descarga del archivo. Recepción del último paquete de datos de usuario. Se recibe el mensaje [ACK] para el último paquete de datos. Para descarga, mensaje 41 en el Gráfico 2-4. Para carga, mensaje 42 en el Gráfico 2-5</p>	Kilobits por segundo [kbit/s]

Fuente: Elaboración propia

2.3.1. Parámetros de calidad aplicables a los servicios de datos PING en redes móviles.

2.3.1.1. Tiempo de ida y retorno de PING

Se define como el tiempo necesario para transmitir un mensaje ICMP Echo Request y la recepción del correspondiente mensaje ICMP Echo Replay. Mayor detalle del parámetro en la Tabla 2-9.

Tabla 2-9
Tiempo de ida y retorno de PING

Servicio	Nombre del Parámetro	Definición	Puntos de referencia para evaluación	Unidad
PING	Tiempo de Ida y Retorno de PING [ms]	Tiempo requerido para el viaje de un paquete desde la fuente hasta el destino y viceversa. Se utiliza para medir el retardo en la red en un instante de tiempo determinado.	Inicio: El usuario inicia el ping hacia el usuario. Envío del mensaje "Echo Request" de ICMP. Parada: Recepción del mensaje de ping en el origen. El origen recibe el mensaje "Echo Replay" ICMP.	Milisegundos [ms]

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Parámetros de calidad aplicables a los servicios de datos HTTP en redes móviles.

2.3.2.1. Porcentaje de accesos no exitosos al servicio HTTP.

Representa la relación entre los intentos de acceso no exitosos al servicio HTTP y el número total de intentos de acceso al servicio HTTP. Este parámetro se evalúa desde el momento que el usuario inicia el intento de utilizar el servicio de datos, esto es, se incluye y se evalúa las fases de disponibilidad de la red, accesibilidad de la red y accesibilidad del servicio.

Tabla 2-10

Porcentaje de accesos no exitosos al servicio FTP

Servicio	Nombre del Parámetro	Definición	Puntos de referencia para evaluación	Unidad
HTTP	Porcentaje de accesos no exitosos al servicio HTTP{download|upload}	Indica el porcentaje de intentos no exitosos de acceso al servicio HTTP sobre una red móvil, para acceso a una página web.	<p>Inicio: El usuario inicia el acceso al servicio. Capa 3 (RR) "CHANNEL REQUEST".</p> <p>No incluido en el Gráfico 2-6, se debe evaluar desde la fase de disponibilidad de la red.</p> <p>Parada: Se inicia la carga o descarga del archivo.</p> <p><u>Método A.-</u> Recepción del primer paquete de datos de usuario. Paso 20 en el Gráfico 2-6.</p> <p><u>Método B.-</u> Envío del mensaje [ACK] para el conjunto [SYN, ACK], para modo pasivo. Paso 15 del Gráfico 2-6.</p> <p>Acceso no exitoso: Si no se alcanza el punto de parada</p>	Porcentaje [%]

Fuente: Elaboración propia

2.3.2.2. Tiempo de Acceso al Servicio HTTP

Se define como el tiempo necesario para acceder exitosamente al servicio HTTP. No se toma en cuenta la fase de disponibilidad de la red y se evalúa a partir de la fase de accesibilidad a la red. En la Tabla 2-11 se presenta el detalle del parámetro.

Tabla 2-11

Tiempo de acceso al servicio HTTP

Servicio	Nombre del Parámetro	Definición	Puntos de referencia para evaluación	Unidad
HTTP	Tiempo de acceso al servicio HTTP	Es el tiempo requerido para acceder al servicio exitosamente.	<p>Inicio: El usuario inicia el acceso al servicio. Capa 3 (RR) "CHANNEL REQUEST". Evento 1 en el Gráfico 2-6.</p> <p>Parada: Se inicia la carga o descarga del archivo.</p> <p><u>Método A.-</u> Recepción del primer paquete de datos de usuario. Mensaje 20 en el Gráfico 2-6.</p> <p><u>Método B.-</u> Envío del mensaje [ACK] para el conjunto [SYN, ACK], para modo pasivo. Mensaje 15 en el Gráfico 2-6.</p> <p>Acceso no exitoso: Si no se alcanza</p>	Segundos [s]

Fuente: Elaboración propia

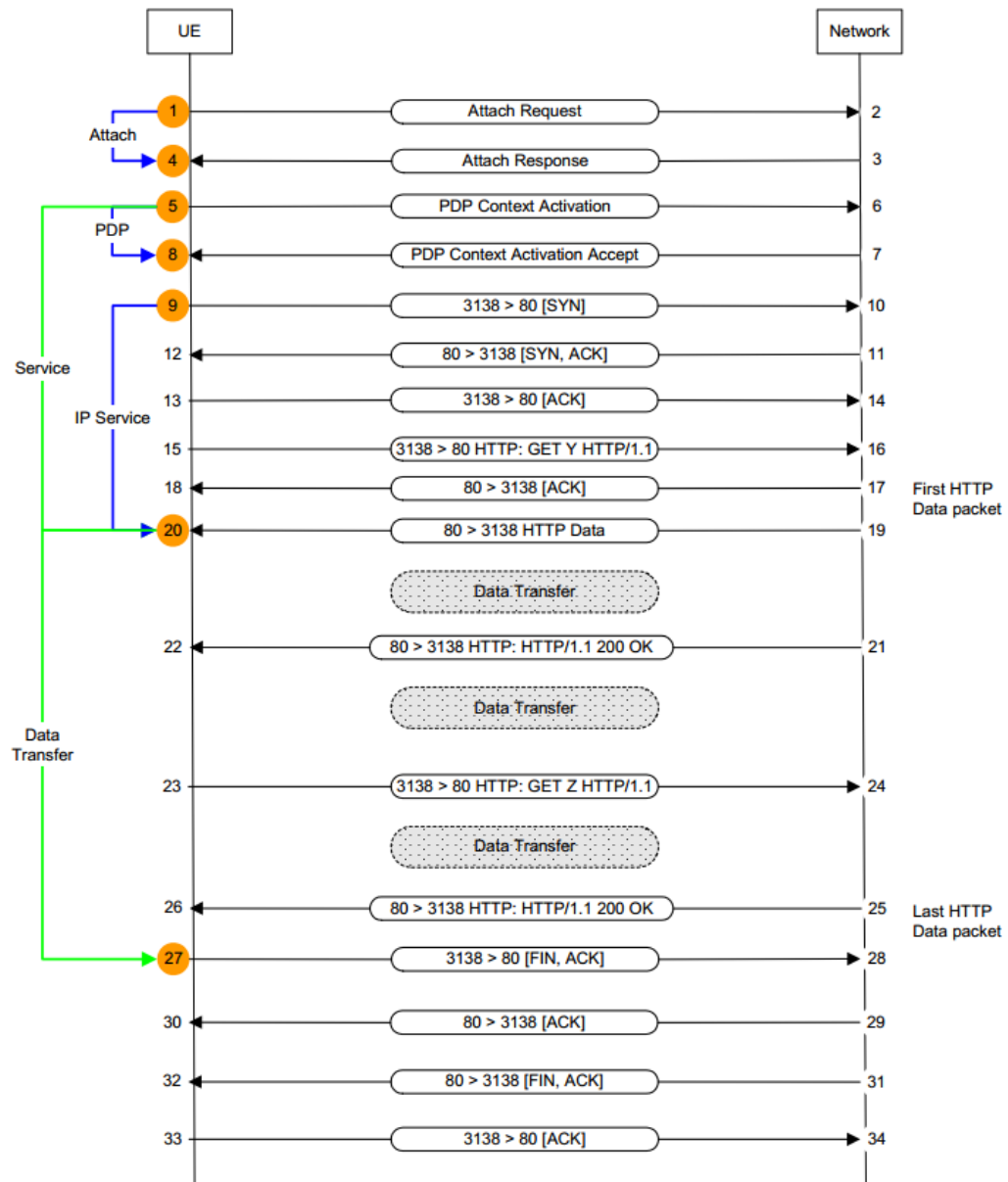


Gráfico 2-6 Diagrama de señalización para el servicio de datos móviles HTTP.

Fuente: [27] Gráfico 3.1.7

2.3.2.3. Proporción de sesiones HTTP fallidas

Se define como el número de sesiones de datos FTP fallidas (no se completó la descarga exitosamente), dividido para el número total de sesiones de datos FTP

establecidas exitosamente/correctamente. Mayor detalle en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 2-12

Proporción de sesiones HTTP fallidas

Servicio	Nombre del Parámetro	Definición	Puntos de referencia para evaluación	Unidad
HTTP	Proporción de sesiones HTTP fallidas	Proporción de sesiones completadas (terminadas exitosamente) respecto de las sesiones que fueron iniciadas exitosamente	Inicio: Se envía el primer mensaje [SYN]. Parada: Se completa exitosamente la descarga de HTTP. Recepción del último paquete de datos de usuario. Sesión no Exitosa: Si no se alcanza el punto de parada	Porcentaje [%]

Fuente: Elaboración propia

2.3.2.4. Tasa media de datos HTTP.

Se define como la velocidad de transferencia de datos de usuario descargados desde el servidor HTTP. Se obtiene de la división de la cantidad de datos, expresado en kilobits, descargados o cargados del servidor HTTP durante el tiempo de duración de la sesión HTTP, dividido para el tiempo de duración de la sesión FTP expresado en segundos. Mayor detalle en la Tabla 2-13.

Tabla 2-13

Tasa media de datos HTTP

Servicio	Nombre del Parámetro	Definición	Puntos de referencia para evaluación	Unidad
HTTP	Tasa media de datos HTTP [kbit/s]	Una vez que un enlace de datos se ha establecido correctamente, este parámetro describe la tasa promedio de datos medida en toda la conexión.	Inicio: Se inicia la descarga HTTP. Método A.- Se recibe los datos HTTP DATA. Mensaje 20 del Gráfico 2-6. Método B.- Se recibe el mensaje HTTP: GET Y HTTP/1.1. Mensaje 15 del Gráfico 2-6. Parada: Se completa exitosamente la descarga del archivo. Recepción del último paquete de datos de usuario. Se recibe el mensaje [FIN, ACK] para el último	

Fuente: Elaboración propia

2.4. Procedimientos y mejores prácticas para la medición de parámetros de calidad.

Para la medición de parámetros de calidad se deben tomar en cuenta ciertos procedimientos y prácticas que permitan obtener resultados representativos.

Debido al gran crecimiento del servicio de telefonía móvil (Servicio Móvil Avanzado – SMA) la cobertura de los mismos involucra grandes extensiones físicas, así como millones de usuarios; la realización de pruebas para la evaluación de calidad de servicio significaría una gran inversión económica y de tiempo. Si bien, en primera instancia, se podrían obtener estadísticas de los elementos de la red del operador del servicio (MSC, RNC, etc.), se requiere realizar pruebas en campo para focalizar los problemas, lo que no se puede realizar con las estadísticas obtenidas.

En la presente sección se presentan recomendaciones para la medición de los parámetros de calidad en redes móviles basadas en pruebas en campo, ya sea con equipamiento en sitios fijos o con equipo en movimiento (estaciones móviles) con las cuales se realizan pruebas comúnmente denominadas de “drive test”.

2.4.1. Efecto de la velocidad en el rendimiento de las redes del servicio móvil SMA.

En las recomendaciones 3GPP se establecen límites máximos de desviación en la frecuencia portadora, ya que esta afecta la sincronización y por ende al BER alcanzado por el sistema móvil [28]. Independientemente de la precisión con la que el transmisor emite la frecuencia de la señal, existen factores adversos

durante la propagación que afectan la frecuencia que el equipo móvil está recibiendo.

Entre los efectos podemos mencionar la recepción Multipath (Multicamino), efecto Fading y Doppler. Los dos primeros dependen del ambiente que rodea al equipo receptor y por tanto son factores que no se pueden controlar o modificar, aunque si existen técnicas, que se describen en los estándares, que permiten atenuar sus efectos. En todo caso están fuera de las manos del usuario al momento de realizar pruebas, ya que son propios de la propagación.

El tercer factor, efecto Doppler, se refiere a la desviación de la frecuencia debido al movimiento relativo entre el transmisor y receptor (velocidad relativa entre el transmisor y receptor). En el caso del sistema SMA, las estaciones transmisoras son fijas, por tanto la velocidad va a depender exclusivamente de los terminales de usuario.

Si el móvil se desplaza en una dirección que forma un ángulo α respecto al eje que une el transmisor y receptor, ver Gráfico 2-7, la frecuencia de desplazamiento doppler f_d , estará dada por la Ecuación 1.

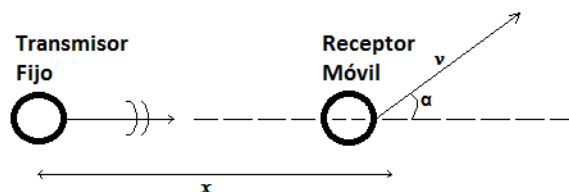


Gráfico 2-7 Efecto Doppler de un móvil alejándose con ángulo α
Fuente: Elaboración propia.

Según se observa, al incrementar la velocidad mayor será la frecuencia de desviación. Como ejemplo para la banda de operación de 850 MHz, con un móvil

desplazándose a 100 Km/h, el valor de f_d estará dado por 78.7 Hz, asumiendo que $\alpha = 0$. Según la recomendación 3GPP TS 25.104, la máxima desviación de frecuencia debe ser de 50×10^{-9} partes de la frecuencia central. Si consideramos el mismo ejemplo de la banda de 850 MHz, la máxima desviación permitida a esta frecuencia será de 42.5 Hz.

$$f_d = f_o \frac{v}{c} \cos(\alpha)$$

Ecuación 1 Desviación de Frecuencia Efecto Doppler (ángulo α)

Donde c es la velocidad de la luz y f_o es la frecuencia transmitida.

El hecho que la frecuencia de desviación por el efecto doppler sea mayor a la desviación permitida por el estándar, no implica que la conexión no sea exitosa, el efecto final será una mayor degradación del canal, de hecho, mientras se siga incrementando la desviación, partiendo de un valor de desviación de 0 Hz, gradualmente la degradación del canal se irá incrementando. [28]

Con lo expuesto previamente es importante tomar en cuenta, específicamente para pruebas en movimiento, el efecto de la velocidad de movimiento del equipo móvil, tratando de garantizar que la frecuencia de desviación no sobrepase los valores establecidos por el estándar.

2.4.2. Características del equipo de medición para simulación de las condiciones reales

Los equipos de usuario en su gran mayoría constan de antenas internas con ganancias que rondan entre -1.5 dB a 1.5dB. Las mediciones de calidad de servicio tienen como objetivo simular las condiciones reales de utilización del

servicio móvil. Cuando un usuario utiliza un equipo celular en movimiento se considera como caso generalizado que se halla sentado al interior de un vehículo con el equipo a la altura de la cabeza (aproximadamente 1.5 m sobre el nivel del suelo).

Por contraparte, existen varias configuraciones de equipos de prueba, como se verá más adelante, en general son dispositivos con varios módulos de equipo celular y antenas externas con longitudes de cable que rondan los 2 metros, las cuales comúnmente se ubican sobre la parte superior del vehículo externamente. Se puede tener una antena por cada módulo o en otros casos una sola antena para todo el sistema y un combinador que distribuye la señal para cada uno de los módulos.

En otros casos el equipo de medición es un equipo móvil de usuario con firmware y software especiales para mediciones de calidad de servicio.

El objetivo, considerando que existen varios escenarios de equipos de medición, es determinar las correcciones que deben tomarse en cuenta para que nuestro sistema de medición simule un equipo de usuario utilizado en un escenario real.[29]

Se debe realizar un balance de potencias para determinar que el escenario real y el de medición vean la misma potencia, y con esto establecer si al equipo o sistema de medición se le debe proveer atenuación o ganancia.

Los parámetros que deben tomarse en cuenta para el balance de potencias son los siguientes:

Equipo de medición

- Ganancia de la antena externa- Gain(external antenna)
- Pérdidas del cable de la antena - Atten(ext antenna cable)
- Corrección por la Altura de la antena h - A(h)
- Posición de la antena, en el interior del vehículo o en el exterior- Atten(car)
- Pérdidas por conectores y otros elementos - Atten(ME)
- Atenuación de combinador - Atten(C)

Equipo celular de usuario

- Ganancia de la antena – Gain(antenna phone)
- Altura de la antena generalmente 1.5 m – A(1.5 m)
- Atenuación debida al cuerpo (generalmente la cabeza) - Atten(human head)
- Atenuación debido al vehículo (equipo al interior del vehículo) - Atten(car)

La potencia a la entrada del equipo celular de usuario en el interior de un vehículo estará dado por la Ecuación 2 [29]:

$$P_{in,phone} = P_{rf1} + Atten_{(car)} + Atten_{(human\ head)} + Gain_{(antenna\ phone)}[dB]$$

Ecuación 2 Cálculo de potencia de entrada en un equipo móvil

Donde Prf1 es la potencia recibida en la posición del equipo celular, la cual depende de las pérdidas del camino dadas por la Ecuación 3:

$$PathLoss_{(h)} = F_{(landscape\ ,morp\ hology\ ,geograp\ hy)} + A_{(h)}[dB]$$

Ecuación 3 Cálculo de las pérdidas en el interfaz radio

Donde F son las pérdidas dependientes del terreno, morfología y geografía. A(h) es la corrección debida a la altura del equipo, la cual se puede evaluar con las ecuaciones de Hatta, ver [29] 5.1.

De otro lado la potencia del equipo de medición va a estar dado por la Ecuación 4.

$$P_{in,phone_med} = P_{rf2} + Gain_{(external\ antenna)} + Atten_{(ext\ antenna\ cable)} + Atten_{(ME)} \\ + Atten_{(add\ atten)} + Atten_{(car)} + Atten_{(C)}$$

Ecuación 4 Cálculo de potencia a la entrada de equipo de medición

En el caso que la antena este colocada en el exterior del vehículo el valor de Atten(car) va a ser igual acero. Si no se utiliza combinador el valor de Atten(C) será cero.

Atten(add atten) se refiere a la atenuación adicional que debe agregarse al sistema de medición para simular las condiciones de un equipo de usuario normal al interior de un vehículo.

El valor de Prf 1 y Prf 2 está dado por las siguientes expresiones, sin considerar antenas de transmisión y recepción.

$$P_{rf1} = P_{tx} + F_{(landscape, morphology, geography)} + A_{(h1)}$$

$$P_{rf2} = P_{tx} + F_{(landscape, morphology, geography)} + A_{(h2)}$$

Ecuación 5 Cálculo de potencia a la entrada de dos equipos móviles

Igualando las dos expresiones por el término $P_{tx} + F_{(landscape, morphology, geography)}$, obtenemos que:

$$P_{rf2} + A_{(h1)} = P_{rf2} + A_{(h2)}$$

Ecuación 6 Cálculo de potencia de entrada de dos equipos móviles ubicados a diferente altura

Si el equipo celular de usuario se encuentra en general a la altura de 1.5 m, y la antena de recepción del equipo de medición a una altura **h**, podemos escribir:

$$P_{rf1} - A_{(1.5)} = P_{rf2} + A_{(h)}$$

$$P_{rf2} = P_{rf1} - A_{(1.5)} + A_{(h)}$$

Ecuación 7 Cálculo de potencia de entrada en móvil 2 respecto a móvil 1

Los valores estimados de algunas de las variables presentadas en las ecuaciones anteriores se muestran en la Tabla 2-14.[29]

Tabla 2-14

Valores típicos para cálculo de balance de potencia de equipo de medición

Atten(car) o Penetración en vehículo	Atten(human head) o Pérdidas por el Cuerpo	Gain(pone antenna)	Gain(external antenna) + Atten(ext antenna cable)	Atten(ME incluyendo cables, conectores)
5 dB	3 dB Nota 2	1 dBi	3 dBi	1 dBi
Ver Nota 1	Ver Nota 2	Ver Nota 3	Ver Nota 4	Ver Nota 5

Nota 1: Valor usual promedio a través de diferentes tipos de vehículos.

Nota 2: Valor promedio obtenido de publicaciones de diferentes pruebas (RADCOM, VERIZON, etc.)

Nota 3: Valor promedio, pero depende del tipo de teléfono. Se pueden alcanzar diferencias de hasta 3dB entre teléfonos.

Nota 4: Valor promedio (ver especificaciones de antenas tales como el combo MaxRad)

Nota 5: Valor promedio obtenido de varias mediciones en el ME.

Fuente: [29]

2.4.2.1. Equipo de medición con la antena ubicada al interior del vehículo.

Se considera para este caso que la antena del equipo de medición se encuentra al interior del vehículo y a la misma altura (1.5 m) de un equipo de usuario. La condición que se quiere lograr es que el equipo de medición vea o mida la misma potencia de un equipo de usuario normal.

$$P_{in,phone} = P_{in,phone_med}$$

Ecuación 8 Condición de simulación de condiciones para mediciones

Entonces,

$$\begin{aligned} P_{rf1} + Atten_{(car)} + Atten_{(human\ head)} + Gain_{(antenna\ phone)} \\ = P_{rf2} + Gain_{(external\ antenna)} + Atten_{(ext\ antenna\ cable)} \\ + Atten_{(ME)} + Atten_{(add\ atten)} + Atten_{(car)} + Atten_{(C)} \end{aligned}$$

Sabiendo que $P_{rf2} = P_{rf1} - A_{(1.5)} + A_{(h)}$

$$\begin{aligned} P_{rf1} + Atten_{(car)} + Atten_{(human\ head)} + Gain_{(antenna\ phone)} \\ = P_{rf1} - A_{(1.5)} + A_{(h)} \\ + Gain_{(external\ antenna)} + Atten_{(ext\ antenna\ cable)} + Atten_{(ME)} \\ + Atten_{(add\ atten)} + Atten_{(car)} + Atten_{(C)} \end{aligned}$$

Además, $A_{(1.5)} = A_{(h)}$, el equipo de medición se halla a la misma altura.

$$\begin{aligned} Atten_{(human\ head)} + Gain_{(antenna\ phone)} \\ = Gain_{(external\ antenna)} + Atten_{(ext\ antenna\ cable)} + Atten_{(ME)} \\ + Atten_{(add\ atten)} + Atten_{(C)} \end{aligned}$$

Despejando el valor de $Atten_{(add\ atten)}$ se establece el valor que debe agregarse al sistema de medición para simular las condiciones de un equipo de usuario, ver Ecuación 9.

$$\begin{aligned} Atten_{(add\ atten)} \\ = Atten_{(human\ head)} + Gain_{(antenna\ phone)} \\ - Gain_{(external\ antenna)} - Atten_{(ext\ antenna\ cable)} - Atten_{(ME)} \\ - Atten_{(C)} \end{aligned}$$

Ecuación 9 Valor de corrección de atenuación para equipo de medición – Antena interior

2.4.2.2. Equipo de medición con la antena ubicada en el exterior del vehículo.

Se considera para este caso que la antena del equipo de medición se encuentra en el exterior del vehículo y a una altura h cualquiera. La condición que se quiere lograr al igual que en el caso anterior es que el equipo de medición vea o mida la misma potencia de un equipo de usuario normal.

$$P_{in,phone} = P_{in,phone_med}$$

Entonces,

$$\begin{aligned} P_{rf1} + Atten_{(car)} + Atten_{(human\ head)} + Gain_{(antenna\ phone)} \\ = P_{rf2} + Gain_{(external\ antenna)} + Atten_{(ext\ antenna\ cable)} \\ + Atten_{(ME)} + Atten_{(add\ atten)} + Atten_{(car)} + Atten_{(C)} \end{aligned}$$

Sabiendo que $P_{rf2} = P_{rf1} - A_{(1.5)} + A_{(h)}$

$$\begin{aligned} P_{rf1} + Atten_{(car)} + Atten_{(human\ head)} + Gain_{(antenna\ phone)} \\ = P_{rf1} - A_{(1.5)} + A_{(h)} \\ + Gain_{(external\ antenna)} + Atten_{(ext\ antenna\ cable)} + Atten_{(ME)} \\ + Atten_{(add\ atten)} + Atten_{(car)} + Atten_{(C)} \end{aligned}$$

Además, $Atten_{(car)} = 0$, para el caso del equipo de medición ya que la antena se halla al exterior del vehículo.

$$\begin{aligned} Atten_{(car)} + Atten_{(human\ head)} + Gain_{(antenna\ phone)} \\ = -A_{(1.5)} + A_{(h)} + Gain_{(external\ antenna)} + Atten_{(ext\ antenna\ cable)} \\ + Atten_{(ME)} + Atten_{(add\ atten)} + Atten_{(C)} \end{aligned}$$

Despejando el valor de $Atten_{(add\ atten)}$ se establece el valor que debe agregarse al sistema de medición para simular las condiciones de un equipo de usuario está dada por la Ecuación 10.

$$\begin{aligned} Atten_{(add\ atten)} = Atten_{(car)} + Atten_{(human\ head)} + Gain_{(antenna\ phone)} + A_{(1.5)} \\ - A_{(h)} - Gain_{(external\ antenna)} - Atten_{(ext\ antenna\ cable)} - Atten_{(ME)} \\ - Atten_{(C)} \end{aligned}$$

Ecuación 10 Valor de corrección de atenuación para equipo de medición – Antena exterior

2.5. Equipo existente para la medición de calidad de servicio en redes móviles.

Existe en el mercado varias empresas que proveen equipamiento para la medición de parámetros en redes móviles, generalmente a través de mediciones que se conocen como “drive test”, y por ende los equipos se conocen como equipamiento para “drive test”.

Traduciendo el término “drive test”, entendido en el campo de las telecomunicaciones, se podría decir que se trata de pruebas manejando, que proviene de la forma como se realizan este tipo de mediciones, generalmente en un vehículo. El Drive Test es un examen efectuado en las redes celulares, independientemente de su tecnología (GSM, CDMA, UMTS, LTE, etc.), para obtener información del rendimiento de la misma.

Entre las empresas proveedoras de equipos de medición tenemos las siguientes:

- ASCOM
- NEMO
- SWISSQUAL
- ROHDE&SCHWARZ
- PCTEL

Cada una de estas empresas dispone de diferentes configuraciones de equipos de medición: equipos celulares comerciales adaptados para medición, equipos especiales para medición, sistemas autónomos, etc.

En este documento se va a describir las opciones que provee la empresa ASCOM para las mediciones de calidad de servicio (“drive test”), adicionalmente se describe el equipo Nemo Handy de la empresa NEMO.

2.5.1. ASCOM Tems Pocket

Es un equipo de medición de parámetros en redes móviles basado en un terminal de usuario adaptado para tal efecto. Orientado especialmente para mediciones en ambientes interiores tales como restaurantes, centros comerciales, estaciones subterráneas, trenes, botes, salones de eventos, etc.

Como se ha indicado son equipos de usuario con firmware adaptado para realizar mediciones, y con un software adicional para el manejo de las funciones de medición. Entre los equipos soportados tenemos los siguientes: Samsung Galaxy Note 4, Sharp AQUOS Xx, Sony Xperia Z2, Samsung Galaxy S5, LG G2, Samsung Galaxy Note 3, Samsung Galaxy S4, Sony Xperia V LT 25i, Sony Xperia T LT30a, Samsung Galaxy S4 Mini.

Entre las características y funcionalidades del equipo se tienen las siguientes:

- Soporta Carrier Aggregation
- Colecta datos para puesta a punto del diseño de red
- Configuración para operación en un solo canal UARFCN WCDMA, opción de deshabilitar las funciones de control de handover.
- Dispone funcionalidad de software para funciones de escaneo con equipos externos (IBFLEX SCANNER y DRT4311B).



Gráfico 2-8 Imágenes equipo de medición Tems Pocket
Fuente: Elaboración propia

- Estadísticas de las pruebas:
 - Intentos, éxitos, fallas, velocidades (throughput) medias.
 - Utilización de RAT (Radio Access Technology).
 - Indicación de “no service” (sin servicio)
 - Historial de utilización de la celda para cada una de las tecnologías.
- Sincronización con un servidor FTP para almacenamiento de archivos de medición.
- Control remoto del equipo de prueba (software FleetManager)
- Pruebas de calidad de audio POLQA Móvil a Móvil.
- Pruebas de SMS, VOZ y Datos.
- Visualización de mediciones sobre mapas, utiliza GPS interno o externo conectado vía Bluetooth
- Visualización de mensajería de capa 3.
- Forzar la operación en determinadas portadoras, bandas, o RATs.

- Pruebas en interiores (sin GPS), utilizando marcas sobre imágenes de planos.
- Pruebas de Correo electrónico.
- Captura de mensajería IP.
- Soporta las tecnologías: GSM/GPRS, EDGE, WCDMA, HSPA, CDMA, EV-DO, Wi-Fi, y LTE. La funcionalidad depende de las tecnologías del equipo utilizado.

2.5.2. ASCOM Tems Investigation

Es otra solución de la empresa ASCOM que utiliza equipos celulares con firmware especializado, y que a diferencia del equipo Tems Pocket, el software para configurar pruebas y almacenar los archivos de resultados está hospedado en un computador de escritorio o portátil.

El nombre del sistema proviene del software que se utiliza para configurar las pruebas y en donde se almacenan los resultados.

La ventaja de este sistema respecto de Tems Pocket es la posibilidad de trabajar con varios equipos (con diferentes SIMCARD) al mismo tiempo, la conexión del equipo de prueba hacia la computadora se lo realiza generalmente a través de los puertos USB. En este caso se utiliza un equipo GPS externo conectado al computador, vía puerto USB, y que proveerá las coordenadas para todos los equipos de medición.

Las áreas de uso del sistema Tems Investigation incluye pruebas de verificación y aceptación de sitios (Celdas/Radiobases), optimización inicial de radiobases, aceptación de redes, monitoreo de la calidad del servicio (QoS), optimización y

mantenimiento de la Red, detección de problemas (Troubleshooting), análisis comparativo entre operadoras (Benchmarking).

La gama de equipos terminales (celulares) que se pueden utilizar es mucho más amplia de aquella para Tera Pocket, sobre 300 equipos. Soporta equipos móviles con sistema operativo de Iphone, Android, Symbian y Windows Mobile.

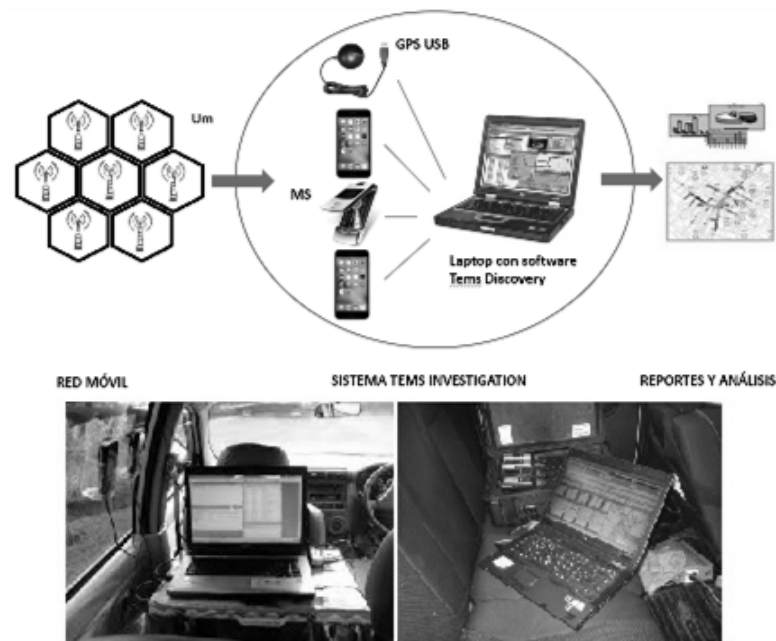


Gráfico 2-9 Equipo de medición Tera Investigation
Fuente: Elaboración propia.

Soporta las tecnologías LTE-A, LTE (FDD y TDD), GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, HSPA, HSPA+, TD-SCDMA, CDMA y WiMAX.

Permite realizar pruebas de servicios como FTP, HTTP, TCP, UDP, Ping, email, WAP, MMS, SMS, video streaming, y VoIP, pruebas de calidad de voz con PESQ y POLQA.

2.5.3. ASCOM Tems Symphony

A diferencia del sistema Tems Investigation, Symphony incluye un equipo adicional al cual se conectan los equipos de medición y a través de éste al computador.

Uno de los problemas que se presentan con Tems Investigation es la capacidad de procesamiento del computador, especialmente al tener varios equipos conectados vía USB, lo que puede provocar la ralentización del mismo.

El computador es el encargado de procesar la gran cantidad de información que genera cada equipo para almacenarlos en un solo archivo conjuntamente con la información de GPS.

Con la inclusión de un equipo intermedio con capacidad de procesamiento libera de mucho trabajo al computador portátil lo que permite la conexión de muchos más equipos de medición. Las funcionalidades del sistema son similares a las de Tems Investigation.

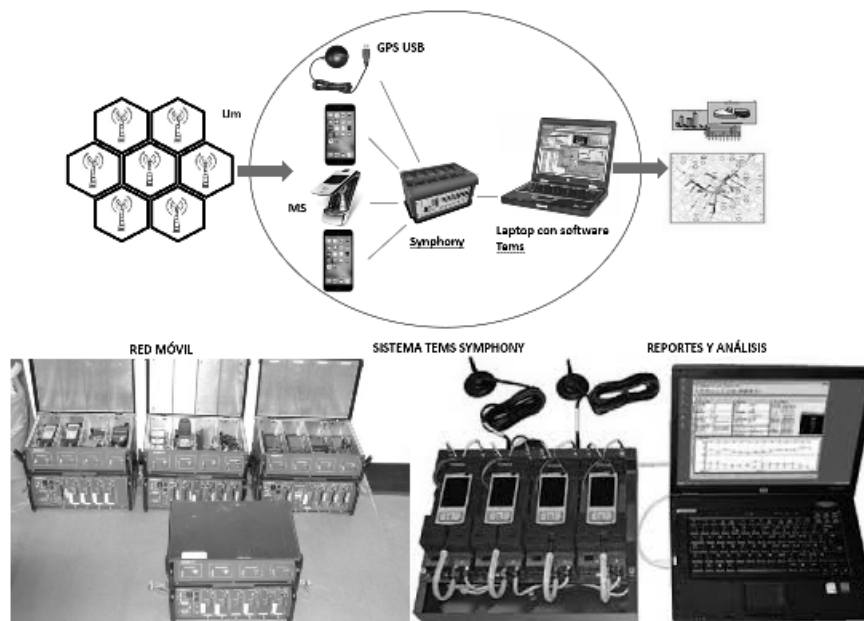


Gráfico 2-10 Equipo de medición Symphony.
Fuente: Elaboración propia

El hardware adicional del Sistema Symphony, conocido como MTP-4, consta de cuatro procesadores y 12 canales (puertos para equipos de medición), y puede ser extensible a cuatro procesadores y 24 canales. Adicionalmente existe la posibilidad de conectar en cascada hasta tres equipos MTP-4 controlados por un mismo computador.

Otra características únicas de este sistema se relaciona con el aislamiento RF, por cuanto cada terminal va en un compartimento aislado dentro del equipo MTP-4, esto evita el posible bloque de un equipo que transmite con potencias altas hacia un equipo que recibe señales muy bajas.

2.5.4. ASCOM Tems Automatic

Tems Automatic es un sistema con un enfoque totalmente diferente a los presentados en los apartados anteriores, y está pensado para el monitoreo simultáneo de una red completa.

El sistema consta de varios equipos terminales de medición (desde uno hasta cientos) ubicados en sitios remotos, fijos o en movimiento, los cuales son controlados por un software central (Operator Console). Los equipos de medición no están conectados directamente al equipo en el que reside el software de gestión y administración (Operator Console), y la comunicación entre ellos puede ser a través de la misma red móvil u otro tipo de red WAN disponible.

Los equipos de medición, conocidos como RTU (Remote Test Unit), están constituidos por un computador industrial con módulos celulares internos (entre 3 a cuatro módulos), similares a los que viene en las computadoras tipo “netbook”. Cada módulo puede operar con un SIMCARD de diferente operador.

La comunicación entre los equipos de medición y la consola de operador (Operator Console) se lo hace mediante un servidor FTP, en cual por un lado transmite los archivos de configuración desde la consola de operación hacia el equipo, y por otro lado recibe los archivos con los resultados de las mediciones desde cada uno de los equipos, hacia una base de datos en donde se almacena toda la información para posterior procesamiento y análisis.

Las ventajas que ofrece Tems Automatic incluye mediciones 24/7, 24 horas los 7 días de la semana sin necesidad de personal trabajando el mismo tiempo. Configuración remota de los equipos de prueba que se hallan distribuidas alrededor de la red (diferentes sitios, ciudades, etc.).

Las tecnologías soportadas incluyen a GSM/GPRS, EDGE, WCDMA, HSDPA, HSPA+, Dual-Carrier HSPA, y LTE, pueden realizarse además pruebas LAN.

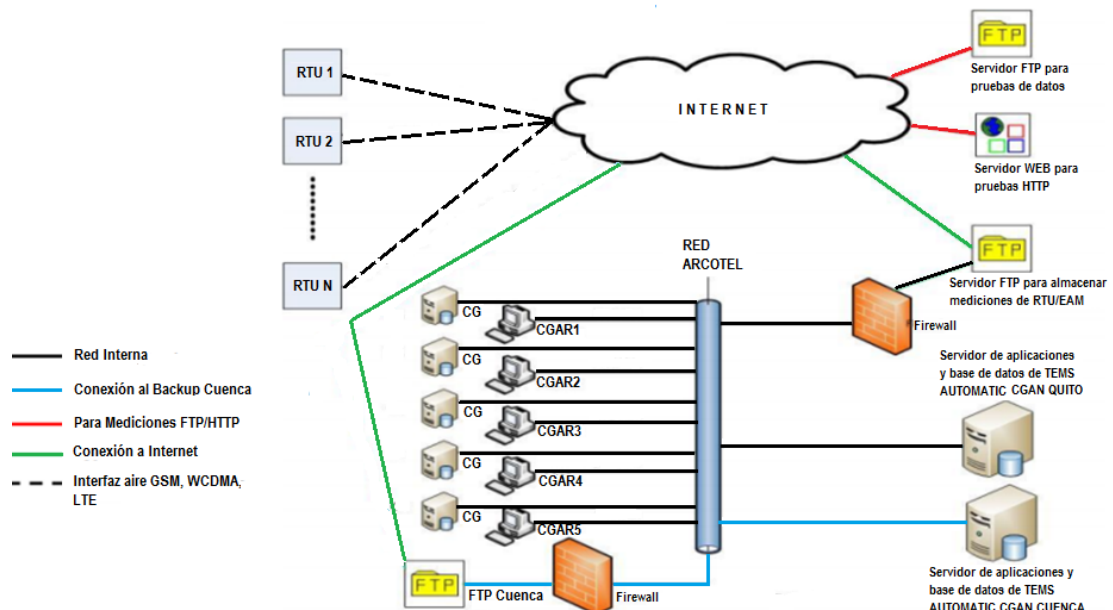


Gráfico 2-11 Sistema de medición Teme Automatic, implementación ARCOTEL

Fuente: Elaboración propia.

2.5.5. Nemo Handy Pro.

Equipo de medición similar al equipo TEMS POCKET, en este caso del proveedor NEMO, y que consiste básicamente en un equipo de usuario con firmware modificado y una aplicación que se ejecuta en el mismo equipo para medición de parámetros de calidad en redes móviles. Es una herramienta de drive test portátil que permite gran movilidad en la realización de pruebas de Calidad de Servicio en ambientes internos.[30]

Se soporta en los terminales de última tecnología basados en Android, como Samsung Galaxy S6, Samsung Galaxy S5, Samsung Note 4, and Sony Xperia Z3. Soporta mediciones y monitoreo de las tecnologías móviles GSM, CDMA, EVDO, WCDMA, HSPA, HSPA+, LTE, and WiFi (HetNet), así como las últimas tecnologías tales como VoLTE y agregación de portadoras. Permite mediciones de calidad de voz con los algoritmos POLQA y PESQ.

Permite realizar pruebas de los servicios: Llamas de Voz, Transferencia de datos, FTP/HTTP, Iperf, Navegación HTML, Youtube, Facebook, LinkedIn, Twitter, Instagram, Drpbox, Email, Mensajería SMS & MMS, Ping.

Al igual que TEMS POCKET soporta los equipos de escaneo DRT4311B y PCTEL IBflex.

Durante las pruebas permite visualizar los resultados de las mediciones al tiempo que los almacena en un archivo para posterior análisis con software de pos procesamiento en el computador.

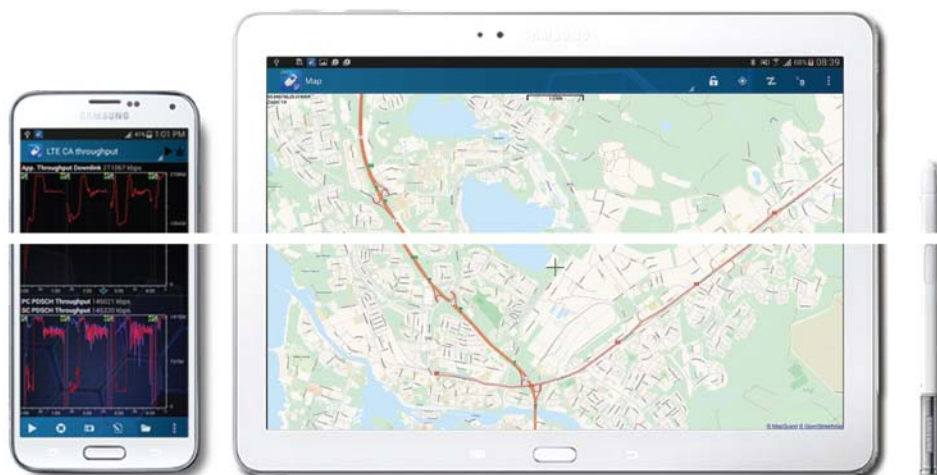


Gráfico 2-12 Equipo de medición Handy Nemo Pro
Fuente: Elaboración propia.

2.6. Software para procesamiento y análisis de mediciones de calidad en redes móviles.

Al igual que el equipamiento de medición de parámetros de calidad en redes móviles existe una gran variedad de software de pos procesamiento. Si bien el software de medición permite visualizar, durante el proceso de medición, los parámetros de la red y estadísticas de las mediciones; es necesario disponer de un software especializado para el procesamiento de los archivos de medición,

que permita elaborar reportes personalizados, realizar cálculos, visualización sobre mapas digitalizados, reproducir nuevamente las pruebas para análisis en capa 3 de las mediciones y detectar problemas, etc.

A continuación se va a realizar una breve descripción de las facilidades que ofrecen los diferentes paquetes de software para el procesamiento de las mediciones de los parámetros de calidad en redes móviles.

2.6.1. ASCOM Tems Discovery.

Software de procesamiento diseñado para la familia de herramientas de medición de parámetros de calidad en redes móviles de la empresa ASCOM.

De acuerdo a la documentación disponible en la página web de la empresa ASCOM [2], el software de procesamiento ofrece las siguientes facilidades:

- Obtención de reportes predefinidos que pueden ser enviados automáticamente vía correo electrónico a un determinado grupo de usuarios.
- Análisis detallado de eventos específicos: Calidad del servicio VoLTE, Configuración RAN e IP, capacidad, etc.
- Determinar las causas de los problemas mediante el análisis de parámetros y mensajería de capa 3.
- Soporte de archivos de medición de diferentes sistemas de medición de Ascom así como de otros proveedores (como por ejemplo JDSU, Nemo).
- Permite combinar varios archivos de medición para realizar un solo procesamiento.

- Mediante la creación de scripts permite automatizar la obtención de ciertos parámetros de acuerdo a las necesidades del usuario.
- Tiene la funcionalidad de crear reportes personalizados.
- Características para promediar datos (data binning) por tiempo, distancia y área, herramienta para evaluación de línea de vista, visualizador de patrón de antena.
- Soporte para las tecnologías IS-95/CDMA2000 1x, EV-DO (Rev. 0/ Rev. A, B), GSM/GPRS/EDGE, WCDMA/HSDPA/HSUPA/HSPA+, TD-SCDMA, WiMAX, Wi-Fi, LTE, and TD-LTE.

2.6.2. GLADIATOR G-Station.

Una herramienta de la empresa Gladiator Innovations LLC [31], creada para la optimización de redes celulares, que viene con un conjunto de herramientas de ingeniería para resolver problemas en redes móviles y la elaboración de reportes utilizando la técnica “drill-down”.

El software G-Station no está diseñado para una herramienta de medición específica, sino más bien está abierto para el procesamiento de información de la mayoría de herramientas existentes en el mercado. En general ofrece las siguientes características:

- Importación y correlación de datos de mediciones de un gran rango de herramientas de medición, así como de herramientas AFP/ACP (Automatic Frequency Planning/Automatic Cell Planning) y OSS (Operation Support System).
- Dispone de herramientas de visualización de análisis sincronizado.
- Generación de reportes estandarizados y personalizados.

- Dispone de herramientas para desarrollo tales como Application Development Suite (ADS) y Custom Desing Center(CDC).
- Analiza y reporta datos comparativos (benchmarking) a través del módulo BM-Flex.

En el Gráfico 2-13 se presentan capturas de pantalla del software Gladiator G-Station.

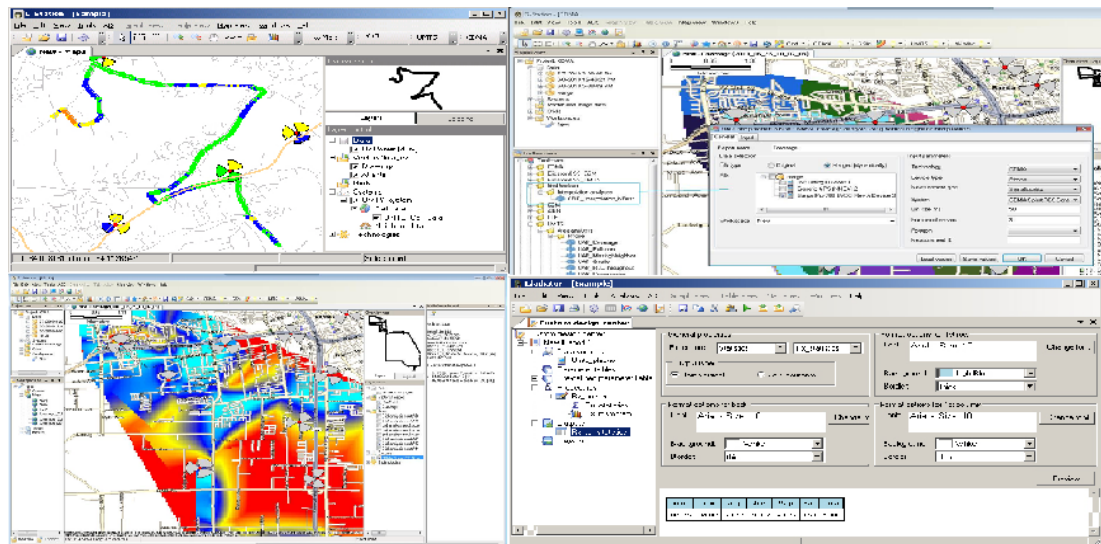


Gráfico 2-13 Software de pos procesamiento Gladiator G-Station.
Fuente: Elaboración propia.

2.6.3. ACTIX Analyzer.

Una herramienta de la empresa Actix International Limited [32], al igual que la herramienta de la empresa Gladiator, Analyzer soporta la importación de archivos o resultados de medición de la mayoría de herramientas de drive-test existentes.

La herramienta está orientada para el análisis de mediciones de parámetros de calidad (drive test), con soporte para optimización de red, recepción y validación de la red.

Al igual que todas las herramientas dispone de funciones para generación de reportes personalizados, detección de errores, decodificación de mensajería de capa IP, visualización sobre mapas digitalizados, entre otras. En el Gráfico 2-14 consta una pantalla de la operación del software ACTIX Analyzer.

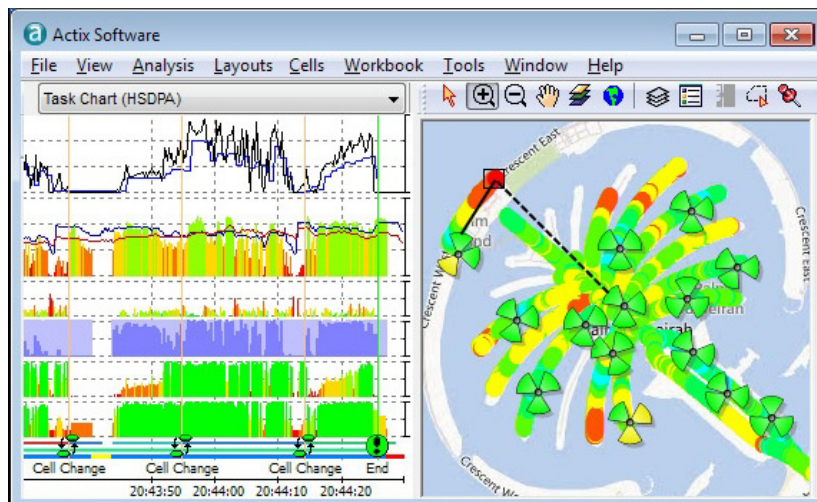


Gráfico 2-14 Software de pos procesamiento ACTIX Analyzer.
Fuente: [32]

2.6.4. ANITE Nemo Analyze

Herramienta de procesamiento de mediciones de parámetros de calidad en redes móviles de la empresa Anite [33], diseñada para los productos de medición de parámetros de calidad de la misma empresa, se la presenta como una herramienta de análisis altamente eficiente y escalable para tareas de benchmarking, detección de problemas y elaboración de reportes estadísticos basado en datos de mediciones de calidad. Al igual que las herramientas del mismo tipo soporta resultados de medición de otros fabricantes tales como Ascom, R&S, así como soporte de importación de datos en formato CVS y ASCII. Soporte para mapas KML, Google Maps, Openstreetmap, exportación de resultados a MS EXCEL.

Soporte de la mayoría de tecnologías móviles existentes incluyendo las más actuales tales como LTE/LTE-A, VoLET, HSPA+, CDMA, EVDO. El Gráfico 2-15 presenta pantallas de la operación del software Nemo Analyze.



Gráfico 2-15 software de pos procesamiento Nemo Analyze.

Fuente: Elaboración propia.

2.7. Comparación de los métodos de medición de calidad de los servicios de datos en redes móviles de otros países.

En el presente capítulo se analiza la regulación respecto a calidad de servicio de datos en redes móviles en países de la región y de otras partes del mundo. Se incluye además un resumen de la forma en cómo están organizadas las instituciones de regulación y control del sector de telecomunicaciones en cada país.

2.7.1. México.

El sector de las telecomunicaciones en México está regido por la Ley Federal de Telecomunicaciones publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de julio de 2014 y que deroga la ley del 7 de junio de 1995.

En este país el máximo organismo es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, existe además la Comisión Federal de Telecomunicaciones el cual es un órgano público autónomo en sus decisiones y funcionamiento, con personalidad jurídica y patrimonio propios, que tiene por objeto regular y promover la competencia y el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones y la radiodifusión en el ámbito de las atribuciones que le confieren la Constitución y en los términos que fijan la Ley y demás disposiciones legales aplicables.[34]

EL 30 de agosto de 2011 se publica la resolución mediante el cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones expide el Plan Técnico Fundamental de Calidad de Servicio Local Móvil.[35]

El 27 de junio de 2012 se publica la resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones emite la metodología de mediciones del Plan Técnico Fundamental de Calidad de Servicio Local Móvil.[36]

Las dos resoluciones mencionadas previamente fueron emitidas por la Comisión Federal de Telecomunicaciones y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, respectivamente, y se encuentran vigentes a la presente fecha.

En el presente el Instituto Federal de Telecomunicaciones ha iniciado un proceso de actualización de parámetros de calidad, para lo cual realizó una consulta pública sobre el "Anteproyecto de Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil en la prestación de los servicios a los usuarios finales", entre el 16 de junio y 13 de julio de 2015. [37]

2.7.1.1. Definición de los indicadores de calidad para datos de acuerdo a la normativa de México

Los indicadores propuestos para el servicio de acceso a Internet se establecen en los numerales 2.1.8 al 2.1.11 de [35], los cuales se definen con base en el estándar ETSI TS102 250. A continuación se muestra cada indicador conforme al estándar indicado, señalando el apartado del citado documento.

Tabla 2-15

Parámetros de calidad para datos en servicios móviles / México

Servicio	Indicador	Descripción	Referencia	Valor Objetivo
Internet	Proporción de sesiones de FTP fallidas	de Estimación de la proporción de sesiones de FTP que no son iniciadas exitosamente.	TS102 250-2 # 6.1.1	No especificado
	Proporción de sesiones interrumpidas FTP	de Estimación de la proporción de sesiones de FTP incompletas que fueron iniciadas exitosamente.	TS102 250-2 # 6.1.5	No especificado
	Tiempo establecimiento del servicio para FTP	de Es el periodo de tiempo para establecer una conexión IP TCP/IP al servidor, desde que se envía la petición de acceso al servicio IP, hasta que se logra el acceso exitoso a dicho servicio.	TS102 250-2 # 6.1.4	No especificado
	Velocidad de datos promedio de descarga FTP	de Estimación del rendimiento en la transmisión de datos (velocidad) mediante la medición del tiempo de descarga de un archivo determinado empleando FTP.	TS102 250-2 # 6.1.7	No especificado

Fuente: Plan Técnico Fundamental de Calidad de Servicio Local Móvil de México [35]

Para el caso de los indicadores de internet no se establecen parámetros mínimos a cumplir, se indica que las mediciones serán utilizadas para efectos de difusión.

2.7.2. Costa Rica.

En julio del año 2008 se modifica la Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, N.º 7593, de 9 de agosto de 1996, para crear la Superintendencia de Telecomunicaciones, en adelante denominada SUTEL.

Con fecha 29 de abril del 2009 se emite el Reglamento de Prestación y Calidad de los Servicios [38], el cual no contiene de manera explícita parámetros de calidad para el servicio de datos móvil.

Mediante resolución No. RCS-260-2012 del Consejo de la Superintendencia de Telecomunicaciones, se emite el “Procedimiento para la evaluación de los parámetros de calidad del servicio de telefonía móvil en pruebas de campo tipo drive test” [39], el cual establece directrices para la evaluación de los parámetros de calidad en redes móviles establecidos en el Reglamento de Prestación y Calidad de los Servicios.

Con fecha 25 de abril de 2014 se emite la resolución RCS-061-2014, “Procedimiento para la medición del desempeño del servicio de transferencia de datos en redes móviles, comercialmente conocido como Internet Móvil”, en la que básicamente se adoptan para el servicio de datos móviles algunos de los parámetros aplicables para el servicios de datos fijo.

2.7.2.1. Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en Costa Rica

Los parámetros se establecen de acuerdo a las definiciones establecidas en el Reglamento de Prestación y Calidad de los Servicios, específicamente en lo relativo al servicio de transmisión de datos en redes móviles.

Tabla 2-16

Parámetros de calidad para SMA / Costa Rica

Servicio	Indicador	Descripción	Referencia	Valores Objetivo														
Internet Móvil	Cumplimiento de los niveles de retardo local e internacional, artículos 91 y 92 del RPCS.	Retardo extremo a extremo de la transferencia de datos a nivel local e internacional, para la hora cargada media del servicio en estudio	UIT-T G.1010 Y.1441, IEEE 802.1p	Servicio Local:														
				<table><tr><th>Clase de Calidad de Servicio</th><th>Umbral de retardo local (ms)</th></tr><tr><td>0</td><td>20</td></tr><tr><td>1</td><td>30</td></tr><tr><td>2</td><td>40</td></tr><tr><td>3</td><td>50</td></tr><tr><td>4</td><td>60</td></tr><tr><td>5</td><td>70</td></tr></table>	Clase de Calidad de Servicio	Umbral de retardo local (ms)	0	20	1	30	2	40	3	50	4	60	5	70
Clase de Calidad de Servicio	Umbral de retardo local (ms)																	
0	20																	
1	30																	
2	40																	
3	50																	
4	60																	
5	70																	
				Servicio Internacional:														
				<table><tr><th>Clase de Calidad de Servicio</th><th>Umbral de retardo local (ms)</th></tr><tr><td>0</td><td>80</td></tr><tr><td>1</td><td>120</td></tr><tr><td>2</td><td>160</td></tr><tr><td>3</td><td>200</td></tr><tr><td>4</td><td>240</td></tr><tr><td>5</td><td>280</td></tr></table>	Clase de Calidad de Servicio	Umbral de retardo local (ms)	0	80	1	120	2	160	3	200	4	240	5	280
Clase de Calidad de Servicio	Umbral de retardo local (ms)																	
0	80																	
1	120																	
2	160																	
3	200																	
4	240																	
5	280																	
	Cumplimiento de niveles de pérdida de paquetes local e internacional, artículos 95 y 96 del RPCS.	Niveles de pérdida de paquetes medidos desde el servicio del cliente hacia cualquiera de los puntos de la red interna del operador. Se mide para la hora de máximo tráfico de la red. El caso internacional incluye la pérdida de paquetes a nivel local.	UIT-T G.1010 Y.1441, IEEE 802.1p	<table><tr><th>Clase de Calidad de Servicio</th><th>Umbral de pérdida de paquetes local (%)</th></tr><tr><td>0</td><td>0.5%</td></tr><tr><td>1</td><td>1.5%</td></tr><tr><td>2</td><td>2.5%</td></tr><tr><td>3</td><td>5%</td></tr><tr><td>4</td><td>5%</td></tr><tr><td>5</td><td>5%</td></tr></table>	Clase de Calidad de Servicio	Umbral de pérdida de paquetes local (%)	0	0.5%	1	1.5%	2	2.5%	3	5%	4	5%	5	5%
Clase de Calidad de Servicio	Umbral de pérdida de paquetes local (%)																	
0	0.5%																	
1	1.5%																	
2	2.5%																	
3	5%																	
4	5%																	
5	5%																	
	Cumplimiento del desempeño de la velocidad de transferencia local e internacional respecto a la velocidad contratada, artículo 98 del RPCS.	Relación entre la velocidad contratada (velocidad de línea) entre el cliente y el operador o proveedor y la velocidad real de transferencia (throughput) que experimentan los clientes tanto para comunicaciones locales como internacionales.	-	<table><tr><th>Clase de Calidad de Servicio</th><th>Umbral de jitter internacional (ms)</th></tr><tr><td>0</td><td>25</td></tr><tr><td>1</td><td>30</td></tr><tr><td>2</td><td>N/A</td></tr><tr><td>3</td><td>N/A</td></tr><tr><td>4</td><td>N/A</td></tr><tr><td>5</td><td>N/A</td></tr></table>	Clase de Calidad de Servicio	Umbral de jitter internacional (ms)	0	25	1	30	2	N/A	3	N/A	4	N/A	5	N/A
Clase de Calidad de Servicio	Umbral de jitter internacional (ms)																	
0	25																	
1	30																	
2	N/A																	
3	N/A																	
4	N/A																	
5	N/A																	

Fuente: Reglamento de Prestación y Calidad de los Servicios [38]

2.7.3. Colombia.

En el mes de Agosto de 2009 se promulgó la Ley 1341 [40] por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC y se crea la Agencia Nacional de Espectro bajo la dirección del Ministerio de Tecnologías de Información y las Comunicaciones. La Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (CRT), creada por la Ley 142 de 1994, cambió su ámbito y denominación al de Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC).

Mediante resolución CRC-4000-2012 [41] se modifica la resolución CRC-3067-2011 [42], en la cual constan los parámetros de calidad de los sistemas de telecomunicaciones, y específicamente los “Parámetros de Acceso a Internet a través de Redes Móviles”.

2.7.3.1. Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en Colombia

Para la definición de parámetros se toma como referencia los documentos ETSI TS 102 250: 1.- Listado de parámetros de QOS. 2.- Definición de parámetros de QOS. 3.- Requisitos de los equipos a utilizar en las pruebas.

Además de las mediciones en campo, se plantean indicadores de calidad basados en los sistemas de gestión de las empresas operadoras y para lo cual deben tomar como referencias las normas ETSI TS 102 250, 3GPP TS 32.406 y 3GPP TS 24.008.

Tabla 2-17

Indicadores de calidad para datos móviles - Colombia

Servicio	Indicador	Descripción	Referencia	Valores Objetivo
Internet a través de Redes Móviles	a Ping (tiempo de ida y vuelta)	Tiempo que requiere un paquete para viajar desde un origen a un destino y regresar	TS 102 250, 6.3	Tecnología 2G, medición referencial informativa Tecnología 3G, máximo 150 ms
	Tasa de datos media FTP	Media de la tasa de transferencia de datos FTP medidos a lo largo de todo el tiempo de conexión al servicio, luego de que un enlace de datos ha sido establecido de manera exitosa.	TS 102 250, 6.1.7	Tecnología 2G, medición referencial informativa Tecnología 3G, mínimo 512 kbps
	Tasa de datos media HTTP	Media de la tasa de transferencia de datos HTTP medidos a lo largo de todo el tiempo de conexión al servicio, luego de que un enlace de datos ha sido establecido de manera exitosa.	TS 102 250, 6.8.7	Tecnología 2G, medición referencial informativa Tecnología 3G, mínimo 512 kbps
	Disponibilidad de los SGSN	Porcentaje de tiempo en el cual el SGSN o elemento que haga sus veces se mantienen en servicio y operativo.		≥ 99%, cumplimiento anual
	Porcentaje de fallas de activación en contextos PDP	Probabilidad de que un contexto PDP no pueda ser activado.	TS 32.406, 4.6.1.3 TS 32.406, 4.6.15.3 TS 32.406, 4.6.1.1 TS 32.406, 4.6.15.1	≤ 6%, para el período de reporte
	Porcentaje de contextos PDP caídos	Probabilidad de que un contexto PDP sea desactivado sin intención del usuario.	TS 24.008 / 6.1.3.4.2 #28 y #38 TS 32.406, 4.6.8.1 TS 32.406, 4.6.9.1	≤ 3%, para el período de reporte

Fuente: Resoluciones RC-4000-2012 [41] y CRC-3067-2011 [42]

2.7.4. Chile.

En Chile el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones es responsable de la formulación de las políticas para el desarrollo del sector como parte fundamental del Plan Nacional de Desarrollo. La Subsecretaría de Telecomunicaciones es el

organismo dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, su trabajo está orientado a coordinar, promover, fomentar y desarrollar las telecomunicaciones en Chile.

2.7.4.1. Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en Chile

Los parámetros de calidad de las redes móviles se encuentran plasmados en la Resolución Exenta 1490 de nombre “NORMA DE CALIDAD PARA EL SERVICIO PÚBLICO DE TELEFONÍA MÓVIL”[43], y su modificatoria emitida mediante resolución 6260 Exenta “MODIFICA NORMA DE CALIDAD PARA EL SERVICIO PÚBLICO DE TELEFONÍA MÓVIL, RESOLUCIÓN EXENTA N° 1.490, DE 2006, Y SUS MODIFICACIONES Y FIJA TEXTO REFUNDIDO DE LA MISMA”[44]; estas dos emitidas por el Ministerio de Telecomunicaciones y la Subsecretaría de Telecomunicaciones, y se hallan vigentes desde el 21 de junio de 2008 y 26 de noviembre de 2010, respectivamente. Estas normas establecen indicadores de calidad conforme al estándar ETSI EG 202 057-4 V1.2.1 (2008-07), así como los procedimientos de medición, y las obligaciones con la SUBTEL y con los usuarios; enfocadas básicamente en el servicio de voz.

Mediante Ley 20.453, vigente desde 26 de agosto de 2010, se introducen modificaciones a la ley general de telecomunicaciones, referentes a la neutralidad de la red de internet. Se dispone además la emisión de un reglamento que norme la neutralidad en la red de internet, mismo que fue emitido mediante Decreto 368 de 15 de diciembre de 2010, con título “REGLAMENTO QUE REGULA LAS CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE LA NEUTRALIDAD DE LA RED EN EL SERVICIO DE ACCESO A INTERNET”[45].

El reglamento establece parámetros de calidad para el servicio de acceso a internet, los cuales deben ser evaluados por las mismas operadoras. Los parámetros que se plantean medir se fundamentan en el numeral 5 de la recomendación ETSI EG 202 057-4 V1.2.1 (2008-07), y se describen en la

Tabla 2-18.

Con Resolución Exenta No. 3729/2011 con título “Aprueba protocolo para las mediciones de indicadores establecidos en reglamento que regula las características y condiciones de la Neutralidad de la Red en el servicio de acceso a internet”[46], se emite el documento mediante el cual se aprueba el protocolo de medición de los indicadores definidos por el artículo 5 del decreto 368, con el objeto de permitir la posterior fiscalización, por parte de la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

Tabla 2-18

Parámetros de calidad redes móviles datos – Chile

Servicio	Indicador	Descripción	Referencia	Valores Objetivo
Acceso a Internet	Tiempo de Acceso de Usuario (login)	El período que inicia cuando la conexión de datos entre el PC de prueba y el servidor ha sido establecida y finaliza cuando el proceso de login ha sido completado exitosamente.	ETSI EG 202 057-4	<= 15 s según [45]
	Velocidad de transmisión de datos conseguida: Máxima, mínima, promedio, separado en subida y bajada	La tasa de datos alcanzada separadamente para descargar y cargar determinados archivos de prueba entre el sitio web remoto y el computador de prueba.	ETSI EG 202 057-4	No se especifica.

Proporción de transmisiones de datos fallidas/ Porcentaje de transmisiones de datos fallidas	de de de de de	Es la relación entre los intentos de transmisión de datos fallidos al total de intentos de transmisión, para un determinado período. Una transmisión es exitosa si todo el archivo de prueba se transmitido correctamente.	ETSI 057-4	EG	202	No se especifica. Si la conexión tarda más de 60 s se considera como no exitosa. [45]
Proporción de accesos de usuario con éxito/ Porcentaje de accesos de usuario con éxito	de de de de de	Es la relación entre los intentos exitosos para acceder a internet, cuando la red de acceso y del proveedor de internet están completamente operativas, respecto al total de intentos.	ETSI 057-4	EG	202	No se especifica
Retardo: Promedio y desviación estándar, medido en milisegundos	y en	Es el tiempo en milisegundos, que se necesita para un paquete ICMP (Echo Request/Replay) – Ping, hacia una IP válida.	ETSI 057-4	EG	202	No se especifica. Si el ping tarda más de 10 s se considera como no exitoso.[45]

Fuente: Elaboración propia.

2.7.5. Brasil

El Ministerio de Comunicaciones que fue creado por medio de un Decreto Ley en el año de 1967 y es responsable de la formulación e implementación de políticas nacionales en los sectores de telecomunicaciones, radiodifusión y servicios postales, así como la supervisión de las entidades adscritas: Agencia Nacional de Telecomunicaciones ANATEL y la Empresa Brasileira de Correos.

ANATEL fue creada en la Ley General de Telecomunicaciones de 16 de julio de 1997, y se define como una entidad integrante de la Administración Pública Federal indirecta, sometida a un régimen autárquico especial y vinculado al Ministerio de Comunicaciones. Es administrativamente independiente y financieramente autónoma

Le corresponde a ANATEL adoptar las medidas necesarias para satisfacer el interés público y el desarrollo de las telecomunicaciones en Brasil, actuando con independencia, imparcialidad y legalidad. Dentro de las funciones se destacan:

- Implementar, en su ámbito de atribuciones, la política nacional de telecomunicaciones.
- Representar a Brasil en los organismos internacionales de telecomunicaciones, bajo la coordinación del Poder Ejecutivo.
- Administrar el espectro de radiofrecuencias y uso de la órbita, expidiendo las respectivas normas.
- Expedir o reconocer los certificados de los productos, con sujeción a las normas y reglas establecidas.
- Resolver administrativamente conflictos de intereses entre prestadoras de servicios de telecomunicaciones.
- Sancionar violaciones de los derechos de los usuarios.
- Ejercer, en relación con las telecomunicaciones, las competencias legales en materia de control, prevención y juzgamiento de violaciones de orden económico, con excepción de las que pertenecen al Consejo Administrativo de Defesa Económica (Cade).

2.7.5.1. Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en Brasil

En la Resolución No. 575 de 28 de Octubre de 2011[47], se resuelve aprobar el “Reglamento de Gestión de Calidad de Prestación del Servicio Móvil Personal” (Regulamento de Gestão da Qualidade da Prestação do Serviço Móvel Pessoal – RGQ-SMP), contenido en el Anexo 1.

En el capítulo VI de [47] se definen los parámetros o indicadores de calidad para Conexión de Datos en redes móviles, los cuales se resumen en la Tabla 2-19.

Tabla 2-19

Parámetros de calidad SMA datos – Brasil

Servicio	Indicador	Descripción	Referencia	Valores Objetivo
Conexión de Datos	Tasa de Conexión de Datos	de La Tasa de Conexión de Datos en el Período de Mayor Tráfico (PMT), por mes, representa el porcentaje de Conexiones de datos exitosas respecto del total de intentos de conexiones de datos.	Resolución No. 575, Art. 20	>98%
	Tasa de Conexiones de Datos Caídas	de La Tasa Conexiones de Datos Caídas en el Período de Mayor Tráfico (PMT), por mes, es el porcentaje de conexiones de datos caídas respecto del número total de conexiones de datos exitosas.	Resolución No. 575, Art. 21	< 5%
	Garantía de Tasa de Transmisión Instantánea Contratada en Download y Upload	de El proveedor, durante el Período de Mayor Tráfico (PMT), por mes, debe garantizar una Tasa Mínima de Transmisión Instantánea en la Conexión de Datos tanto en Download y Upload.	Resolución No. 575, Art. 22	Para el 95% de los casos: I.- 20% de la velocidad máxima en los doce primeros meses. II.- 30% de la velocidad máxima contratada en los siguientes doce meses. III.- 40% de la velocidad máxima contratada, a partir del término del período del inciso II.
	Garantía de Tasa de Transmisión Media Contratada en Download y Upload	de El proveedor, durante el Período de Mayor Tráfico (PMT), por mes, debe garantizar una Tasa Media de Transmisión Instantánea en la Conexión de Datos tanto en Download y Upload.	Resolución No. 575, Art. 23	Valor medio por mes en PMT: I.- 60% de la velocidad máxima contratada en los doce primeros meses. II.- 70% de la velocidad máxima contratada en los siguientes doce meses. III.- 80% de la velocidad máxima contratada, a partir del término del período del inciso II.

Fuente: Elaboración propia.

2.7.6. España

Con documento BOE-A-2014os -4950 se publica la Ley 9, de 9 de mayo de 2014, General de Telecomunicaciones[48], según la cual es potestad del Ministerio de Industria, Energía y Turismo la propuesta y ejecución de la política del Gobierno en materia de energía, desarrollo industrial, turismo, telecomunicaciones y de la sociedad de la información. El Ministerio está conformado entre otros por la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, esta última encargada de la rectoría, planificación y por otro lado de la regulación, control y vigilancia de las telecomunicaciones.

Existe además la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones que es un Organismo Público dotado de personalidad jurídica y plena capacidad pública y privada (artículo 48.1 de la Ley 32/2003), así como de patrimonio propio, independiente del patrimonio del Estado (artículo 48.13 de la Ley 32/2003).

2.7.6.1. Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en España

En documento BOE-A-2014-6729 se publica la orden IET/1090/2014, de 16 de junio de 2014, también conocida como Orden de Calidad, por la que se regulan las condiciones relativas a la calidad de servicio en la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas[49]. En la Parte II, Parámetros Específicos, Parámetros Específicos para el Servicio de Acceso a Internet, se definen los parámetros aplicables y que se rigen básicamente a lo definido en la recomendación –ETSI EG 202 057-4 V2.1. (2008-07).

Con fecha 5 de mayo de 2015 la Comisión para el seguimiento de la Calidad en la Prestación de los Servicios de Telecomunicaciones, Grupo de Trabajo sobre Servicios Telefónicos y sobre Acceso a Internet (GT1), emitió el documento “CSC – CRITERIOS ADICIONALES PARA LA MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO ESPECÍFICOS PARA EL SERVICIO DE ACCESO A INTERNET-v1”[50]; y el documento “CSC-GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO DESCRIPTIVO DEL SISTEMA DE MEDIDA DE LOS PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE ACCESO A INTERNET-v1”[51].

En los documentos mencionados se plantea un único parámetro para el servicio de acceso a internet tanto en redes móviles (datos en redes móviles) como en redes fijas. En la Tabla 2-20 se incluyen las características del parámetro planteado.

Tabla 2-20

Parámetros de Calidad para el Acceso a Internet (Datos Móviles) – España

Servicio	Indicador	Descripción	Valores Objetivo
Acceso Internet	a Velocidad de Transmisión de Datos conseguida	de Velocidad de transferencia de datos conseguida desde un servidor remoto al ordenador o equipo terminal de usuario y viceversa.	de Velocidad de transmisión de datos alcanzada para el 95% de los accesos más rápidos. Velocidad alcanzada para el 5% de los accesos más lentos. Valor medio y desviación estándar de la velocidad de transmisión de datos en kbit/s

Fuente: Orden de Calidad [49]

2.7.7. India

El Ministerio de Comunicaciones y Tecnología de la Información, a través de su Departamento de Telecomunicaciones es la máxima autoridad sectorial.

El 20 de febrero de 1997 mediante un acto del Parlamento se creó The Telecom Regulatory Authority of India (TRAI), para regular los servicios de telecomunicaciones, incluyendo el establecimiento/revisión de tarifas para los servicios de telecomunicaciones que anteriormente recaían en el Gobierno Central. La misión de TRAI es la de crear y nutrir condiciones para el crecimiento de las telecomunicaciones en el país.

2.7.7.1. Definición de los indicadores de calidad para datos móviles en India

Con documento No. 305-12/2012-QoS de 4 de diciembre de 2012, la Autoridad Regulatoria de Telecomunicaciones de India (TRAI) emite la regulación denominada “THE STANDARDS OF QUALITY OF SERVICE FOR WIRELESS DATA SERVICES REGULATIONS, 2012”[52], en la que se establecen los estándares de calidad de servicio para los servicios de datos inalámbricos, los cuales se resumen en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 2-21

Parámetros de calidad para servicios de datos móviles - India

Servicio	Indicador	Descripción	Referencia	Valores Objetivo
Servicios de Datos Inalámbricos	Activación/Aprovisionamiento del Servicio (Service Activation /Provisioning)	Se refiere a la activación de los servicios luego de la activación del SIM.	[52] 4.1	Dentro de 4 horas con un porcentaje de éxito del 95%. Evaluado por mes

Servicio	Indicador	Descripción	Referencia	Valores Objetivo
	Successful data transmission download attempts	Se define como la proporción de descargas de datos exitosas respecto del total de intentos de descarga de datos en un período de tiempo específico.	[52] 4.2	>80% Si la descarga toma más de 60s, se considera como no exitosa.
	Successful data upload attempts	Se define como la proporción de cargas de datos exitosas respecto del total de intentos de carga de datos en un período de tiempo específico.	[52] 4.3	>75% Si la descarga toma más de 60s, se considera como no exitosa.
	Minimum download speed	Se define como la tasa mínima de datos transmitida que se alcanza para descargar un archivo de prueba desde un servidor de prueba a un dispositivo de prueba.	[52] 4.4	A ser medido para cada plan por el proveedor de servicio y reportado a TRAI.
	Average Throughput for Packet data	Se define como la tasa a la que los paquetes se transmiten en una red. El Throughput se define como la tasa de transmisión de datos que se alcanza para descargar un archivo de prueba desde un servidor a un equipo de prueba.	[52] 4.5	>75% de la velocidad suscrita.
	Latency	Es la cantidad de tiempo que requiere un paquete para alcanzar el punto de recepción después de ser transmitido desde el punto de transmisión.	[52] 4.6	Datos<250ms
	PDP Activation Context Success Rate	Relación entre el número de activaciones PDP exitosas respecto del número total de intentos de activación de contextos PDP.	[52] 4.7	≥95%
	Drop rate	Mide la inhabilidad de la red para mantener una conexión de datos y se define como la relación entre las desconexiones anormales respecto de todas las desconexiones (normales y anormales).		≤5%

Fuente: [52]

2.7.8. Resumen de Parámetros

En la Tabla 2-22 consta el resumen de los parámetros de calidad por país, para lo cual se consideraron ocho parámetros generales y se verificó la existencia de uno o más parámetros asociados con el parámetro general.

De lo observado se concluye que el parámetro que permite evaluar la velocidad del canal de datos móviles se propone para evaluación por parte de todos los países.

Por su lado los parámetros relacionados con los accesos no exitosos a la sesión de datos y sesiones caídas se encuentran en la segunda posición respecto a la cantidad de países en los que se propone la evaluación.

Tabla 2-22
Resumen de parámetros por país

Parámetros		México	Costa Rica	Colombia	Chile	Brasil	España	India
Falla al establecer la conexión de datos		X	-	X	X	X	-	X
Sesiones interrumpidas		X	-	X	X	X	-	X
Tiempo de establecimiento de conexión de datos		X	-	-	X	-	-	-
Velocidad de datos promedio Carga/Descarga		X	X	X	X	X	X	X
Retardo (Latencia)		-	X	X	X	-	-	X
Pérdida de paquetes		-	X	-	-	-	-	
Activación del servicio		-	-	-	-	-	-	X

Fuente: Elaboración propia

Existen países en los que se proponen parámetros cuya evaluación es repetitiva, así por ejemplo se propone la evaluación de la cantidad de sesiones de datos no

exitosas (sesiones no establecidas), y se propone además evaluar la cantidad de contextos PDP no exitosos. El hecho de que un contexto PDP no sea exitoso obligatoriamente redundará en una sesión de datos no exitosa. De igual manera el parámetro pérdida de paquetes influye de manera que disminuye la velocidad de transmisión de datos de usuario final.

2.8. Estudio de las tecnologías de redes móviles de SMA existentes en el Ecuador.

2.8.1. Tecnologías 2G: GSM, GPRS, EDGE.

GSM acrónimo de Global System for Mobile Communications, denominada tecnología 2G o tecnología de segunda generación.

GPRS es el acrónimo de General Packet Radio Service, utiliza el mismo interfaz aire de la red GSM con ciertas modificaciones, orientado específicamente para transmisión de datos a través de conexiones por conmutación de paquetes. GPRS representa una primera mejora de GSM. Se la identifica como una tecnología de generación 2.5.

EDGE - Enhanced Data Rates for GSM Evolution que se traduce como Tasas de Datos Mejoradas para la Evolución del GSM, se conoce además con el nombre *Enhanced GPRS* (EGPRS) o GPRS Mejorado, se basa en la red GPRS con mejoras para alcanzar mayores velocidades. EDGE y sus diversas versiones son consideradas tecnologías de generación 2.75, 2.9 y en algunos casos se la categoriza como de tercera generación.

2.8.1.1. Arquitectura de la red GSM

En el Gráfico 2-16 se observa la arquitectura general de una red GSM, cuyos componentes se detallan en los siguientes párrafos. Mayor detalle acerca de la arquitectura se encuentra en [53].

Los elementos de la red GSM se definen en el estándar 3GPP TS 100.522 o TS 03.02 [54], de la siguiente manera.

Mobile Station - La estación móvil corresponde al equipo de usuario, que está conformado por el DSP RF (Digital Signal Processing RF) y la SIM (Subscriber Identity Module) que contiene la información relacionada al usuario, la red a la cual está suscrito el usuario, e información relativa al proceso de encriptación.

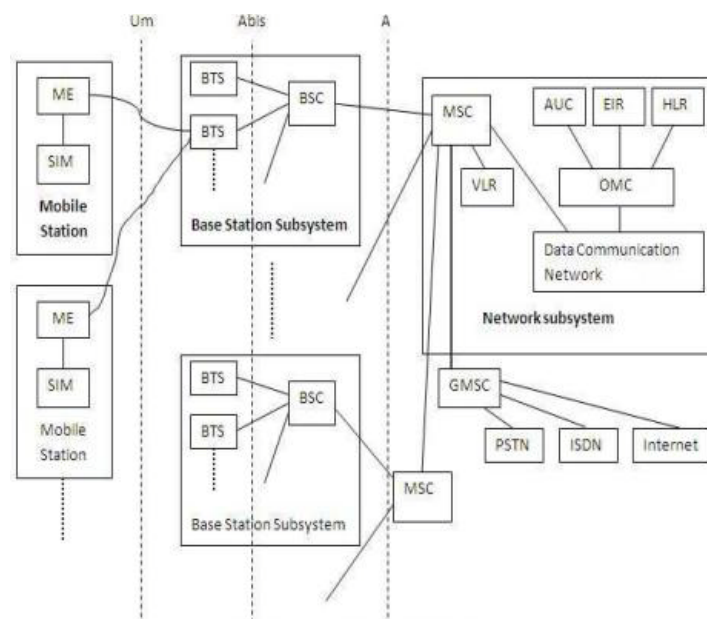


Gráfico 2-16 Arquitectura de la red GSM
Fuente:[55] Fig. 1

Base Station Subsystem (BSS)- Es la parte del sistema que contiene las BTS (Base Transceiver Station) y las BSC (Base Station Controller). Se encarga de las funciones relacionadas con el control de interfaz de radio GSM. La zona a cubrir se divide en varias celdas cuyo tamaño va de 100m a 35 km aproximadamente,

una BTS está ubicada en cada celda. Todas las BTS se conectan a una o varias BSC, la cual se encarga de la asignación de las frecuencias (canales) a los equipos móviles, handover dentro de la BSS entre diferentes BTS.

Network Subsystem (NSS) – Provee la interface entre el sistema celular y redes de telefonía fija y de datos. Realiza operaciones de conmutación, operación y mantenimiento. Realiza funciones tales como establecimiento de llamadas, terminación de llamadas, handover entre BSCs; además de funciones de seguridad y autenticación. Está compuesta por varios elementos de red, generalmente bases de datos.

Mobile-Services Switching Centre (MSC) – Es una central que realiza funciones de conmutación y señalización para estaciones móviles ubicadas en el área de la MSC. A diferencia de una central fija la MSC debe tomar en cuenta la movilidad de las estaciones móviles, para lo cual requiere los procedimientos de localización y registro así como de handover.

Home Location Register (HLR) – Almacena información permanente y temporal de cada uno de los suscriptores.

Visitor Location Register (VLR) – Almacena información relacionada con los suscriptores activos en la red.

Authentication Center (AUC) – Utilizado para autenticar actividades en el sistema. Contiene las claves de encriptación y autenticación (A5 y A3).

Equipment Identity Register (EIR) –Colabora en funciones de seguridad por cuanto mantiene registro de los IMEI de equipos móviles válidos para operar en la red. Los equipos se clasifican en listas blancas, grises y negras. Los equipos

en lista blanca están aptos para operar en la red, mientras que en lista negra se prohíbe su acceso.

2.8.1.2. Bandas de frecuencias de operación del sistema GSM

El sistema GSM se ha diseñado para operar en varias bandas de frecuencias, las cuales se utilizan dependiendo de la región de implementación del sistema. En la Tabla 2-23 se presenta un resumen de las principales bandas asignadas para el sistema GSM a nivel mundial. Mayor detalle se puede encontrar en [56].

Tabla 2-23

Bandas de frecuencias asignadas a los sistemas GSM

BANDA	NOMBRE	CANALES	UPLINK (MHZ)	DOWNLINK (MHZ)	NOTAS
GSM 850	GSM 850	128 - 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0	Usada en los EE.UU., Sudamérica y Asia.
GSM 900	P-GSM 900	0-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0	La banda con que nació GSM en Europa y la más extendida
	E-GSM 900	974 - 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0	E-GSM, extensión de GSM 900
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0	GSM ferroviario (GSM-R).
GSM1800	GSM 1800	512 - 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0	
GSM1900	GSM 1900	512 - 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0	Usada en Norteamérica, incompatible con GSM-1800 por solapamiento de bandas.

Fuente: Elaboración propia

A cada uno de los canales de frecuencias (par de frecuencias de transmisión y recepción) en GSM se les conoce como ARFCN – Absolute Radio Frequency Channel Number.

2.8.1.3. Especificaciones del sistema GSM

Las principales especificaciones del sistema GSM en las bandas de frecuencias de operación en Ecuador se resumen en la

Tabla 2-24.

Fd se refiere a la frecuencia utilizada en el interfaz aire desde la estación base a la estación móvil, mientras que Fu es la frecuencia utilizada en la dirección estación móvil hacia estación base.

La banda en 850 MHz está asignada a dos de las tres operadoras existentes en el país, mientras que la banda de 1900 MHz se encuentra asignada a las tres operadoras.

Tabla 2-24

Características del sistema GSM, Ecuador

Característica	Valor
Método de Acceso Múltiple	Combinación de TDMA/FDMA
Banda de Frecuencias Up Link	824 a 849 MHz y 1850 a 1910
Downlink frequency band	869 a 894 MHz y 1930 – 1990
Ancho de Banda del Canal de Frecuencias	200 KHz
No. de Canales de frecuencias o ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number)	124
Cálculo del Número de Canal	Para GSM 850; $128 \leq \text{ARFCN} \leq 251$ $F_d(n) = 824.2 + 0.2 * (\text{ARFCN} - 128)$ $F_u(n) = F_d(\text{ARFCN}) + 45$ Para GSM 1900; $512 \leq n \leq 810$ $F_d(n) = 1850.2 + 0.2 * (n - 512)$ $F_u(n) = F_d(n) + 80$
Usuarios por Canal (No. de Time Slots)	8
Tipo de Modulación	GMSK
Duración de Trama	4.615ms
Eficiencia Espectral	1.35 b/s/Hz
Tolerancia de frecuencia	Ver 3GPP TS 45.010
Velocidad de Datos por Usuario	33.6 kbps (270.833 kbps por el canal de 200kHz, 8 Time slots)

Fuente: Elaboración propia.

2.8.1.4. Estructura de la trama GSM

Cada canal de frecuencia o ARFCN en GSM tiene un ancho de banda de 200 kHz, la misma que en el tiempo se divide en 8 intervalos denominados Time Slots (TS), numerados de 0 a 7, conocido como Time Slot Number (TN). La combinación de un ARFCN y un TS define un canal en GSM, el cual se asigna a un usuario mientras dure su comunicación, en teoría se pueden tener ocho usuarios simultáneos por cada ARFCN.

Cada TS tiene una duración de $3/5200$ segundos (≈ 577 us), los ocho TS de un ARFCN conforman una trama TDMA (≈ 4.2 ms). Las tramas se numeran de manera cíclica desde 0 hasta $2^{15} \cdot 647$, lo que se conoce como el número de trama (Frame Number – FN), el conjunto de $2^{15} \cdot 647$ tramas conforma una hipertrama. El parámetro FN se utiliza en el proceso de encriptación. Mayor información acerca de la estructura de trama se encuentra en [57].

Cada hiper trama se subdivide en Super tramas y Multi tramas, según se muestra en el Gráfico 2-17, estructura que es diferente para el caso de canales de control y canales de tráfico.

En cada TS se puede transmitir 156.25 símbolos, que para el caso de GSM con modulación GMSK equivale a un bit por símbolo, esto es 156.25 bits. A este tren de bits se le conoce como “BURST”, existiendo cuatro tipos de burts (tren de bits) en GSM, dependiendo de su utilización: Normal Burst (NB), Frequency Correction (FB), Synchronization Bursts (SB), Access Burst (AB). El primero de los cuales se utiliza para la transmisión de datos de usuario (tráfico de voz o datos). Como se observa en el Gráfico 2-17, se transmiten dos paquetes de 58 bits encriptados (en la mayoría de casos son 57 bits, ya que se “roba” un bit en cada grupo para indicar si el canal es de tráfico o de control asociado), que corresponde a datos de usuario, por lo que la velocidad neta que se puede alcanzar por time slot es de 116 bits cada 4.2 ms, que corresponde a aproximadamente 27.619 bits por segundo (26.97 kbps), esta velocidad incluye información de codificación y redundancia para corrección de errores, así como información de las cabeceras de la diferentes capas de los protocolos de la red móvil, por lo que la velocidad real de datos de usuario es mucho menor.

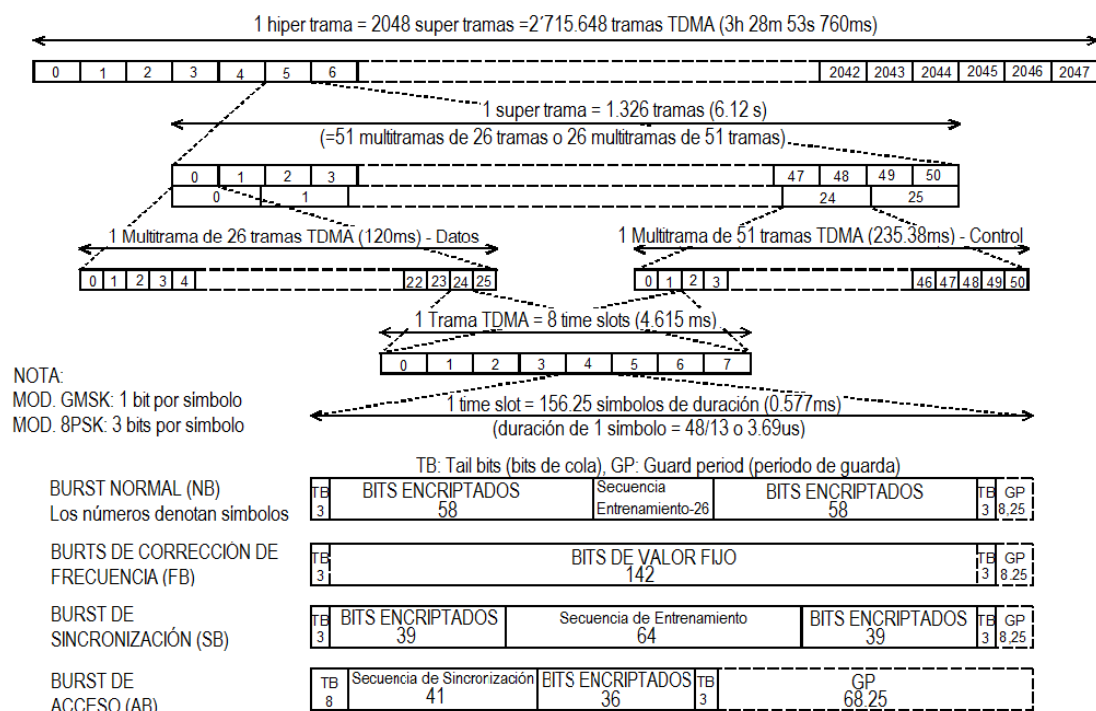


Gráfico 2-17 Tramas de tiempo, time slots y bursts - GSM

Fuente: [58] Figura 1

2.8.1.5. Canales en GSM

En GSM se definen dos tipos de canales lógicos[57], canales de tráfico y canales de control. Respecto de los canales de tráfico existen cinco tipos para transmisión de voz y nueve tipos de canales para transmisión de datos por conmutación de circuitos.

Los canales de control se dividen en tres grupos principales y cada grupo tiene diferentes tipos de canales. El primer grupo corresponde a los canales denominados Broadcast Channels (BCH), dentro de los cuales tenemos tres tipos de canales de control Frequency Correction Channels (FCCH), Synchronization Channels (SCH) y Broadcast Control Channel (BCCH).

El segundo grupo corresponde a los canales de control comunes (Common Control Channels - CCCH), dentro de los cuales tenemos al canal Paging

Channel (PCH), Random Access Channel (RACH), Access Grant Channel (AGCH) y Notification Channel (NCH).

El tercer grupo corresponde a los canales de control dedicados (Dedicated Control Channels), entre los que tenemos al canal Slow Associated Control Channel (SACCH), Fast Associated Control Channel (FACCH) y Stand Alone Dedicated Control Channel (SDCCH).

Gracias a la estructura de tramas de GSM todos los canales lógicos se transmiten sobre los canales físicos.

2.8.1.6. Tecnología GPRS

Se le considera una tecnología de generación 2.5, y a diferencia de GSM que es orientado a conmutación por circuitos, GPRS está orientado a conmutación por paquetes. Utiliza el mismo interfaz aire que GSM, esto es canales de 200kHz de ancho de banda, cada canal dividido en tiempo en 8 intervalos, y con modulación GMSK en la cual cada símbolo equivale a un bit.

Otra diferencia con GSM es la posibilidad de asignar varios TS de un mismo canal a un mismo usuario, en GSM se puede asignar un único TS a un usuario tanto en comunicaciones de voz como de datos.

Debido a que la operación de GPRS está orientada a paquetes se agregan elementos de red en el sub - sistema de red (Sub-system Network – NSS), que permiten la conexión a la red de datos. En el Gráfico 2-18 se observa la arquitectura de una red con soporte para GPRS.

En los siguientes párrafos se brinda una breve descripción de los elementos adicionales respecto de una red GMS que se agregan para el funcionamiento de GPRS.

Gráfico 2-18 Estructura de la red GPRS
Fuente: [59] Figura 1

Serving GPRS Support Node (SGSN) – Realiza funciones similares a la MSC de GSM pero para los servicios provistos sobre la red de conmutación por paquetes. Entre sus funciones se incluye la compresión de datos, autenticación de los usuarios GPRS, ruteo de datos al correspondiente nodo GGSN cuando se requiere una conexión a una red externa, administración de movilidad de los

usuarios que se trasladan de un área PLMN a otra, recolección de estadísticas de tráfico.

Gateway GPRS Support Node (GGSN) – Es la pasarela a las redes externas tales como PDN (Packed Data Network) o redes IP. Realiza dos funciones principales que corresponden al ruteo de la información destinada a un móvil, proveniente de las redes IP externas, hacia el correspondiente SGSN en la red GPRS. La segunda función se relaciona con el ruteo de los paquetes provenientes del usuario hacia la respectiva red IP externa.

Border Gateway (BG) – Es una especie de ruteador que hace de interfaz entre diferentes operadores de redes GPRS. La conexión entre dos “border Gateway” se conoce como túnel GPRS.

Charging Gateway (CG) –Realiza las funciones necesarias para tarificación, la misma que se realiza basado en la Calidad de Servicio y tipo de plan contratado por el usuario.

DNS Server – Traductor de nombres de dominio en direcciones IP.

2.8.1.7. Estructura de la Trama GPRS

GPRS utiliza el mismo interfaz aire de GSM, siendo diferente la forma en que está estructurada la multi-trama, la cual está compuesta de 52 tramas, tanto para tráfico como para señalización. Estas 52 tramas se agrupan en 12 radio bloques o bloques RLC(Radio Link Control) de 4 tramas cada una, por lo que la duración de cada radio bloque es de 20 ms. Un bloque está constituido por 4 TS consecutivos de cuatro tramas consecutivas, y es la unidad mínima que se asigna a un usuario para transmisión de datos. Los doce radio bloques ocupan

48 de las 52 tramas, y se numeran desde B0 hasta B11. De las cuatro tramas restantes dos se utilizan para canales PTCCCH (Packet Timing Advanced Control Channel) en el cálculo del adelanto de tiempo (timing advance) necesario para sincronización, y que corresponden a las tramas marcadas como “T” en el Gráfico 2-19; las otras dos tramas se utilizan en modo reposo (idle) para mediciones de parámetros de celdas vecinas, tramas marcadas con “X”. Se utiliza el mismo formato de burst” normal de GSM, en el cual se transmiten 114 bits para datos de “usuario”, dentro de los cuales se deben incluir bits de codificación y cabeceras de las diferentes capas de la pila de protocolos. En cuatro TS que corresponde a un radio bloque se pueden transmitir 456 bits.

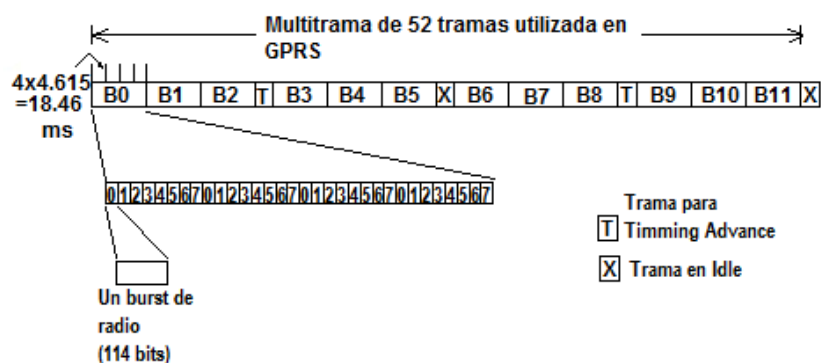


Gráfico 2-19 Estructura de la trama GPRS
Fuente: [60] Figura 2.

2.8.1.8. Esquemas de Codificación (Coding Scheme – CS) en GPRS

En GPRS se definen cuatro esquemas de codificación que básicamente definen cuantos de los 456 bits de un radio bloque corresponden a bits de datos de usuario. En la Tabla 2-25 se presenta el detalle de cómo se utilizan los 456 bits para cada uno de los esquemas de codificación.

Tabla 2-25
Esquemas de codificación en GPRS

Esquema	Tasa de	USF	USF Pre	Bolque de Radio	BCS	Cola	Bits Codificados	“Punctured” bits	Tasa de Datos
---------	---------	-----	---------	-----------------	-----	------	------------------	------------------	---------------

	Código		Codificado	(excluyendo USF/BCS)					(kbps)
CS1	1/2	3	3	181	40	4	456	0	9.05
CS2	2/3	3	6	268	16	4	588	132	13.4
CS3	3/4	3	6	312	16	4	676	220	15.6
CS4	1	3	12	428	16	-	456	-	21.4

Fuente: [61]

Para el caso del esquema de codificación 3 (CS3), son 312 bits de usuario por radio bloque, lo que equivale a 15.6 kbps (312 bits cada 20 ms), se agregan 6 bits de USF (Uplink State Flag), 16 bits para BCS (Block Check Sequence), y 4 bits de cola lo que equivale a un total de 338 bits a los cuales se les aplica un código convolucional de $\frac{1}{2}$, con lo que se obtienen 676 bits, a los cuales se les extrae 220 bits, mediante un proceso denominado “puncturing”, para obtener los 456 bits que se transmiten por radio bloque. El proceso de codificación desde los 338 bits hasta obtener los 456 que se transmiten es equivalente a una tasa de codificación aproximada de $\frac{3}{4}$ que se muestra en la *Tabla 2-25*.

Se debe aclarar que dentro de los 312 bits se transmiten datos de usuario y la cabecera de los protocolos de red así como cabeceras de los protocolos TCP/IP, por lo que la velocidad neta efectiva de información de usuario es mucho menor.

La velocidad máxima que en teoría se podría alcanzar por usuario en GPRS se daría asignándole todos los ocho TS de un canal de 200 kHz, y con esquema de codificación CS4, con lo cual la velocidad total sería de 171.2 kbps (8 x 21.4kbps).

2.8.1.9. Tecnología EDGE

Es otra de las mejoras de la tecnología GSM y GPRS, al igual que GPRS es una tecnología orientada a conmutación por paquetes, y a diferencia de éstas, que

utilizan únicamente modulación GMSK, en EDGE se implementa además la modulación 8-PSK, la misma que permite transmitir 3 bits por cada símbolo.

2.8.1.10. Esquemas de Modulación y Codificación en EDGE (Modulation and Coding Schemes –MCS)

Por cuanto EDGE soporta modulación GSM y 8-PSK, según [62], se definen nueve posibles esquemas de modulación y codificación denominados MCS1 a MCS9 tal como se muestra en la Tabla 2-26.

Tabla 2-26

Esquemas de modulación y codificación en EDGE

Esquema de Modulación y Codificación	Modulación	Tasa de Código	Max. throughput (kbps)	Bits de datos por radio bloque	Bloques RLC/Radio Bloques	Familia
MCS1	GMSK	0.37	8.8	178	1	C
MCS2	GMSK	0.49	11.2	226	1	B
MCS3	GMSK	0.53	14.8	298	1	A
MCS4	GMSK	0.66	17.6	354	1	C
MCS5	8-PSK	0.76	22.4	450	1	B
MCS6	8-PSK	0.85	29.6	594	1	A
MCS7	8-PSK	0.92	44.8	2 x 450	2	B
MCS8	8-PSK	1.0	54.4	2 x 546	2	A
MCS9	8-PSK	1.0	59.2	2 x 594	2	A

Fuente: [61]

En EDGE se realizan combinaciones de modulación y codificación, así, MCS1 a MCS4 utilizan modulación GMSK, mientras de MCS5 a MCS9 utiliza modulación 8-PSK, cada uno de los cuales con diferentes tasas de codificación. La velocidad máxima teórica para EDGE es de 473.6 kbps.

2.8.1.11. Selección del código del esquema de modulación y codificación en función de la calidad de la señal (parámetro BEP)

La selección del CS o MCS a utilizar depende fundamentalmente de la calidad del canal de radio, la cual se refleja en el parámetro BEP (Bit Error Probability), y

específicamente los parámetros CV_BEP (Coefficient of Variation BEP) y MEAN_BEP (Mean BEP), mayor información acerca de BEP se encuentra en [63].

En el Anexo D de [63] se presenta una tabla que nos muestra la forma como se mapea MCS en función de los valores de MEAN_BEP y CV_BEP, para el caso de 8-PSK.

Tabla 2-27

Mapeo de los esquemas MSC versus las propiedades de BEP

		8PSK CV BEP							
		1	2	3	4	5	6	7	8
8 P S K M E A N B E P	1	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5
	2	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5
	3	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5
	4	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5
	5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5
	6	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-6
	7	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-6	MCS-6
	8	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-6	MCS-6	MCS-6
	9	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-6
	10	MCS-5	MCS-5	MCS-5	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-6
	11	MCS-5	MCS-5	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-7
	12	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-7	MCS-7
	13	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-7	MCS-7	MCS-7
	14	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-6	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7
	15	MCS-6	MCS-6	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7
	16	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7
	17	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7
	18	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7
	19	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7
	20	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7
	21	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7	MCS-7
	22	MCS-7	MCS-7	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8
	23	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8
	24	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8
	25	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8
	26	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8
	27	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8
	28	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8	MCS-8
	29	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9
	30	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9
	31	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9
	32	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9	MCS-9

Fuente: [63]

2.8.2. Tecnologías 3G UMTS: W-CDMA, HSDPA, HSUPA, HSPA, HSPA+

Las tecnologías conocidas como de tercera generación y superior (W-CDMA, HSDPA, HSUPA, HSPA, HSPA+), fundamentan su operación en un nuevo método de acceso múltiple que es una combinación de FDMA (Frequency Division Multiple Access) y W-CDMA (Wideband – Code Division Multiple Access). En general se la denomina UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), y como se ha indicado la tecnología de operación se basa en W-CDMA.

HSDPA corresponde al acrónimo de High Speed Download Packet Access, y es la primera mejora realizada a la tecnología W-CDMA, que se aplica exclusivamente al enlace desde la radiobase hacia el equipo móvil, enlace de bajada (downlink).

HSUPA por su parte es el acrónimo de High Speed Uplink Packet Access, y aplica las mismas mejoras que en el caso de HSDPA pero en este caso para el enlace en la dirección MS a radiobase, enlace de subida (uplink).

HSPA – High Speed Packet Access corresponde a una versión que incluye mejoras en las dos direcciones del enlace.

HSPA+ acrónimo de High Speed Packet Access Plus, presenta mejoras a la versión de HSPA.

Las diferentes versiones se encuentran descritas por los lanzamientos (Releases), tal como se describe en la Tabla 2-28.

Tabla 2-28

Versiones de las tecnologías de la familia GSM – ETSI – 3GPP

Release	Nueva característica
---------	----------------------

R99	Se introduce el interfaz WCDMA en UMTS
R4	Se introduce en el lado de la red IPMS (IP Multimedia Service)
R5	HSDPA
R6	HSUPA + Fractional DPCH
R7	HSPA, MIMO, esquema de alta modulación 64QAM, conectividad continua de paquetes y Flexible RLC
R8	LTE, HSDPA celda Dual
R9	DC HSUPA
R10	LTE Advanced, HSDPA multi celda
R11	HSDPA de 8 portadoras

Fuente: [64]

Una de las grandes características de las tecnologías que nacieron a partir de GSM, iniciada por ETSI y actualmente mantenida por 3GPP, es el soporte que se ofrece a las tecnologías anteriores lo que permite la convivencia de todas ellas.

2.8.2.1. Arquitectura de la red 3G

La red 3G mantiene una configuración similar a la red de las tecnologías 2G, partiendo de GPRS, con ciertas variaciones en la terminología y en las funciones de cada componente. Las variaciones se presentan mayormente en la parte de radio.

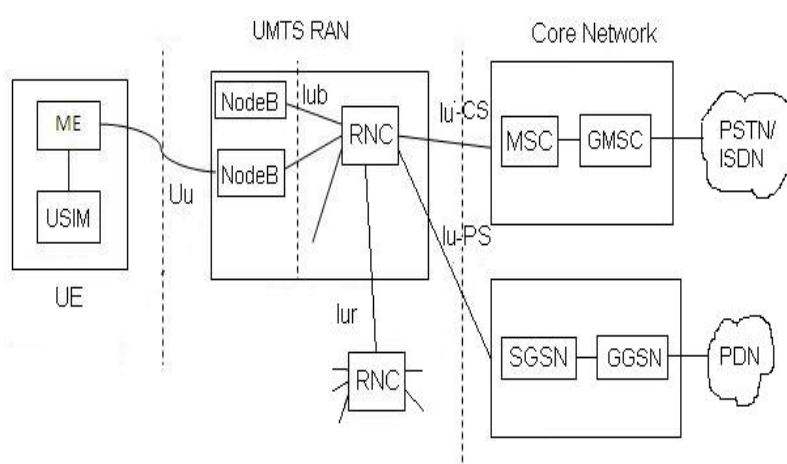


Gráfico 2-20 Arquitectura de las redes 3G
Fuente: [65]

En la tecnología 2G al conjunto de componentes que incluyen la MS, BTS y BSC se le denomina GERAN (GSM/EDGE Radio Access Network), la misma que en 3G se la conoce como UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), la descripción detallada de UTRAN se halla en [66].

La estación móvil (MS) de 2G se pasa a denominar Equipo de Usuario (User Equipment – UE), con funciones similares a las de la MS con la salvedad que opera con la nueva tecnología de acceso FDMA/W-CDMA. La UE es un sub-sistema o dominio en sí, y una descripción detallada del mismo se halla en [67]. La SIM 2G se pasa a llamar USIM (UMTS Subscriber Identity Module).

Otro de los dominios 3G denominado de infraestructura está conformado por el dominio de la Red de Acceso (Access Network) y el dominio de la Red Principal (Core Network).

Como parte del dominio de la red de Acceso tenemos los componentes RNC (Radio Network Controller) que es el equivalente de la BSC 2G, y el NodeB (Nodo B) equivalente de la BTS 2G.

Los elementos de la red principal (Core Network) son los mismos de 2G, se tiene el dominio de conmutación por circuitos (CS Domain) y el dominio de conmutación de paquetes (PS Domain)

2.8.2.2. Bandas de frecuencias de operación del sistema UMTS

Debido a los requerimientos de compatibilidad, las bandas de operación de 3G son prácticamente las mismas que 2G, tal como se especifica en [68]. Por el caso de UTRAN a los canales de frecuencias se los conoce como UARFCN (UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number). En la

Tabla 2-29 se presenta un resumen de las bandas de frecuencias utilizadas para la tecnología 3G.

Las ecuaciones que relacionan los UARFCN y las frecuencias de canal de radio son las siguientes.

Uplink: $NUL = 5 * (F_{UL} - F_{UL_Off})$

Downlink: $NDL = 5 * (F_{DL} - F_{DL_Off})$

Tabla 2-29

Bandas de frecuencias utilizadas para las tecnologías 3G

Banda de Frecuencias UMTS	Canales Normales		Canales adicionales	
	Rango de las portadoras de frecuencia(MHz)	UARFCN	Rango de las portadoras de frecuencia(MHz)	UARFCN
Band I	1922.4-1977.6(F_{UL}), 2112.4-2167.6(F_{DL})	9612-9888(UL), 10592-10838(DL)	...	...
Band II	1852.4-1907.6(F_{UL}), 1932.4-1987.6(F_{DL})	9262-9538(UL), 9662-9938(DL)	1852.5-1907.5(F_{UL}), 1932.5-1987.5(F_{DL})	12, 37, 62, 87, 112, 137, 162, 187, 212, 237, 262, 287 (UL) 412, 437, 462, 487, 512, 537, 562, 587, 612, 637, 662, 687 (DL)
Band III	1712.4-1782.6(F_{UL}), 1807.4-1877.6(F_{DL})	937-1288(UL), 1162-1513(DL)	...	...
Band IV	1712.4-1752.6(F_{UL}), 2112.4-2152.6(F_{DL})	1312-1513(UL), 1537-1738(DL)	1712.5-1752.5(F_{UL}), 2112.5-2152.5(F_{DL})	1662, 1687, 1712, 1737, 762, 1787, 1812, 1837, 862 (UL) 1887, 1912, 1937, 1962, 987, 2012, 2037, 2062, 2087(DL)
Band V	826.4-846.6(F_{UL}), 871.4-891.6(F_{DL})	4132-4233(UL), 4357-4458(DL)	826.5-842.5(F_{UL}), 871.5-887.5(F_{DL})	782, 787, 807, 812, 837, 862 (UL) 1007, 1012, 1032, 1037, 1062, 1087 (DL)

Band VI	832.4-837.6(F _{UL}), 877.4-882.6(F _{DL})	4162-4188(UL), 4387-4413(DL)	832.5-837.5(F _{UL}), 877.5-882.5(F _{DL})	812, 837 (DL) 1037, 1062 (DL)
---------	---	---------------------------------	---	----------------------------------

Fuente: [68]

2.8.2.3. Especificaciones del sistema WCDMA

Las principales especificaciones del sistema WCDMA en las bandas de frecuencias de operación en Ecuador se resumen en la Tabla 2-30.

Tabla 2-30
Características de los sistemas 3G, Ecuador

Característica	Valor
Método de Acceso Múltiple	Combinación de WCDMA/FDMA
Banda de Frecuencias Up Link	824a849 MHz y 1850 a 1910
Banda de Frecuencias Downlink	869 a 894 MHz y 1930 - 1990
Ancho de Banda del Canal de Frecuencias	5 MHz
No. de Canales de frecuencias o ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number)	5 en la banda 850 12 en la banda 1900
Usuarios por Canal (No. de Time Slots)	512 códigos
Tipo de Modulación	QPSK
Duración de Trama	10 ms
Tolerancia de Frecuencia	0.05 ppm [69]
Velocidad de Datos por Usuario	384 kbps

Fuente: Elaboración propia

2.8.2.4. Estructura de la trama WCDMA

En WCDMA se transmite la información de todos los usuarios a través del mismo canal de 5 MHz. Para discriminar entre usuarios se utilizan códigos ortogonales. Se aplican dos procesos de codificación en el canal de bajada, el primero denominado Código de Canalización (Channelization Code), que se utiliza para distinguir entre usuarios de un mismo Nodo B; y la segunda codificación denominada Scrambling Code, que se utiliza para distinguir entre diferentes Nodos B, esto último ya que se utiliza la misma frecuencia en todos los Nodos B.

Para el caso de los códigos de canalización se multiplica la señal en banda base con el código respectivo de tal manera que la velocidad de la señal codificada será de 3.84 Mcps (Mega chips por segundo), en WCDMA para el caso de la señal codificada a cada Bit se le pasa a denominar Chip. A los códigos de canalización se les denomina Códigos de Ensanchamiento (Spreading Codes), y son de longitud variable en múltiplos de dos, de acuerdo a la longitud del código se logra un mayor ensanchamiento de la señal en banda base, lo que se denomina factor de ensanchamiento (Spreading Factor). El Spreading Factor puede ser de 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 y 512.

En el Gráfico 2-21 se presenta la estructura de la trama en WCDMA, que tiene una duración de 10 ms, y está compuesta por 15 intervalos (slots), de 0.667 ms cada uno. Cada intervalo contiene 2560 chips, cada chip tiene una duración de 0.26 us. De acuerdo al valor de SF se determina el número de bits que se puede transmitir por cada slot.

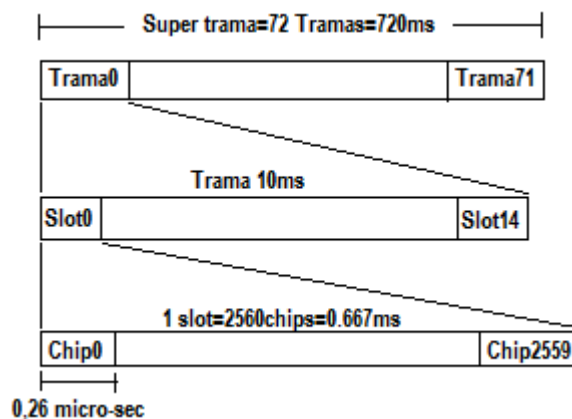


Gráfico 2-21 Estructura de la trama UMTS
Fuente: [70]

El intervalo mínimo de tiempo que se le asigna un canal a un usuario es de 10 ms, pudiendo ser además de 20 ms, 40 ms y 80 ms. Al intervalo de tiempo que

se le asigna para transmitir a un usuario se le denomina Intervalo de tiempo de transmisión (Transmission Time Interval - TTI).

Tabla 2-31

Capacidad del canal respecto del factor de ensanchamiento

Velocidad de chip 3.84 Mcs		
Velocidad de Símbolo	Velocidad del canal	SF
= Velocidad de chip/SF	= Velocidad de Símbolo*bits por símbolo	= Factor de ensanchamiento
7.5 Ks/s	15 Kb/s	512
15 Ks/s	30 Kb/s	256
30 Ks/s	60 Kb/s	128
60 Ks/s	120 Kb/s	64
120 Ks/s	240 Kb/s	32
240 Ks/s	480 Kb/s	16
480 Ks/s	960 Kb/s	8
960 Ks/s	1920 Kb/s	4

Fuente: Elaboración propia

Analizando el caso de un factor de ensanchamiento (SF) de 256, Tabla 2-31, la tasa de símbolos está dada por 3.84 Mcps dividido para 256, se obtiene un valor de 15 ks/s, y como se utiliza modulación QPSK en el enlace de bajada, esto es dos bits por cada símbolo, la velocidad final será de 30 kbps. Tal como se ha indicado en casos anteriores, en los 30 kbps se transmite la información de usuario, codificación, corrección de errores y cabeceras de los protocolos. Ejemplos de la forma como se codifican los diferentes canales UMTS se puede encontrar en[71].

2.8.2.5. Canales en WCDMA

En WCDMA se tienen tres clases de canales a diferencia de GSM en la cual existían los canales lógicos y físicos únicamente, en WCDMA se incluye además los canales de transporte, ver Gráfico 2-22.

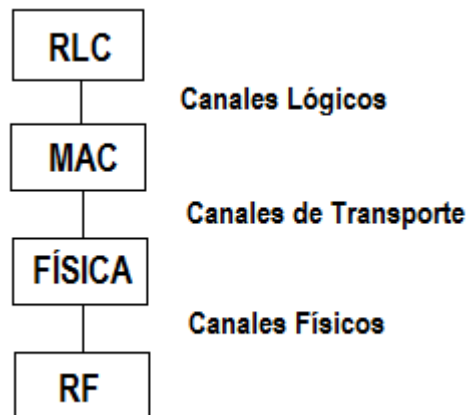


Gráfico 2-22 Clases de canales existentes en WCDMA
Fuente: [72]

Cada tipo de canal se utiliza entre las diferentes capas del conjunto de protocolos del estándar, así observamos que los canales lógicos existen entre las capas RLC y MAC, los canales de transporte entre las capas MAC y Física y finalmente los canales físicos a través de los cuales se transmite la información en el interfaz aire.

En el Gráfico 2-23 se observa la forma como se mapean los canales lógicos en los canales de transporte y estos en los canales físicos. Se observa que un mismo canal lógico se mapea a varios canales de transporte, o que un canal de transporte puede contener varios canales lógicos.

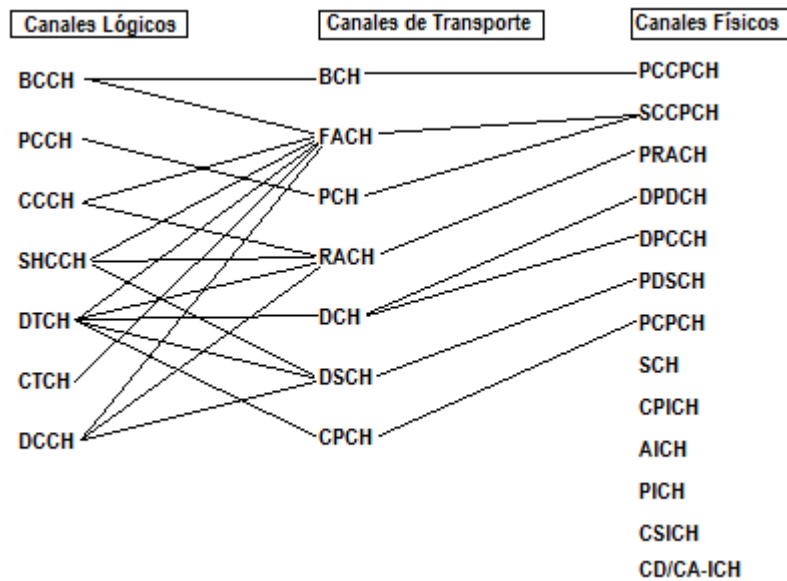


Gráfico 2-23 Mapeo de los canales lógicos, transporte y físicos
Fuente: [72]

2.8.2.6. Tecnología HSDPA, HSUPA y HSPA

La tecnología HSDPA es una mejora de la tecnología WCDMA, y su publicación se realizó en el reléase 5 de 3GPP, basa su operación en WCDMA a la cual se implementan mejoras para incrementar el rendimiento y las velocidades que se ofrecen a los usuarios, las cuales se enumeran a continuación:

- Un intervalo de tiempo de transmisión de 2ms, equivalente a tres slots; menor a 10 ms que es el mínimo tiempo asignado en WCDMA.
- Implementación de modulación y codificación adaptiva (Adaptive Modulation And Coding – AMC), basados en la medición de la calidad del canal (Channel Quality Indicator - CQI). Por otro lado se utiliza un factor de ensanchamiento fijo en un valor de 16.
- Implementación de modulación 16-QAM, a diferencia de WCDMA que trabaja con QPSK en downlink.

- Implementación de ARQ híbrido (Hybrid Automatic Repeat Request – HARQ).
- Técnica más rápida de programación de paquetes para transmisión, gracias a que estas funciones se traspasan de la capa MAC del RNC al NodoB.

Mayor información acerca de HSDPA se puede encontrar en [73] [74] [75] [76].

HSUPA por su parte se incluyó en el reléase 6 de 3GPP, también conocida como E-DCH (Enhanced Uplink Dedicated Channel), similar a HSDPA que fue una mejora en el canal de bajada, HSUPA fue una mejora en el canal de subida, con el objetivo de alcanzar mayores velocidades. Entre las mejoras implementadas se tienen las siguientes:

- Menores Latencias –Con el uso de un TTI de 2 ms, aunque en sus inicios se utilizaba el original de 10 ms.
- Modulación – En versiones actuales se incluyó modulación 64QAM.
- Hybrid ARQ –Al igual que en HSDPA se incluye corrección de errores para mejorar el rendimiento en condiciones de baja calidad de señal.
- Se puede utilizar un SF de 4 y hasta de 2.

La combinación de las dos tecnologías HSDPA y HSUPA operando simultáneamente se la conoce como HSPA.

2.8.2.7. Categorías de los terminales para las tecnologías HSDPA y HSUPA.

A la par de las mejoras implementadas a WCDMA por medio de HSDPA y HSUPA, se definieron categorías de terminales de acuerdo a las prestaciones

que soportan y por tanto las velocidades máximas alcanzables con dichos equipos terminales.

En la Tabla 2-32 constan las categorías de equipos terminales para tecnología HSDPA.

Tabla 2-32
Categorías de terminales definidos para HSDPA

Categoría HS-DSCH	Max No de códigos HS-DSCH	Min inter-TTI interval	Tasa de datos HSDPA (Mbps)	Transport block size	Max no soft bits	Esquemas de modulación soportados
1	5	3	3.6	7298	19200	16QAM, QPSK
2	5	3	3.6	7298	28800	16QAM, QPSK
3	5	2	3.6	7298	28800	16QAM, QPSK
4	5	2	3.6	7298	38400	16QAM, QPSK
5	5	1	3.6	7298	57600	16QAM, QPSK
6	5	1	3.6	7298	67200	16QAM, QPSK
7	10	1	7.2	14411	115200	16QAM, QPSK
8	10	1	7.2	14411	134400	16QAM, QPSK
9	15	1	10.1	20251	172800	16QAM, QPSK
10	15	1	14	27952	172800	16QAM, QPSK
11	5	2	1.8	3630	14400	QPSK
12	5	1	1.8	3630	28800	QPSK

Fuente: [77]

Con referencia a la Tabla 2-32, para el caso de un terminal móvil de categoría 10, la velocidad máxima teórica estará dada por:

$$V(Mbps) = \frac{3.84 \text{ Mcps} * Nro. \frac{\text{bits}}{\text{símbolo}} * Nro. \text{ de Códigos} * Tasa \text{ de Codificación}}{SF} Mbps$$

Ecuación 11 Cálculo de velocidad en UMTS (WCDMA)

Para el caso de la categoría 10 se utiliza modulación 16QAM, que equivale a la transmisión de 4 bits por símbolo, se utilizan 15 códigos simultáneos y una tasa de codificación de 1. En HSDPA el valor de SF utilizado es el de 16 en todos los casos.

$$V(Mbps) = \frac{3.84 \text{ Mcps} * 4 \frac{\text{bits}}{\text{símbolo}} * 15 * 1}{16} Mbps$$

$$V(Mbps) = 14.4 Mbps$$

Como se ha venido manifestando esta es la velocidad del canal físico y representa la máxima velocidad, dentro de la cual se incluye las cabeceras de los diferentes protocolos.

Tabla 2-33

Tasas de codificación asociadas a los tipos de modulación

Modulación	Tasa de codificación	Throughput con 5 códigos	Throughput con 10 códigos	Throughput con 15 códigos
QPSK	1/4	600 kbps	1.2 Mbps	1.8 Mbps
	2/4	1.2 Mbps	2.4 Mbps	3.6 Mbps
	3/4	1.8 Mbps	3.6 Mbps	5.4 Mbps
16 QAM	2/4	2.4 Mbps	4.8 Mbps	7.2 Mbps
	3/4	3.6 Mbps	7.2 Mbps	10.7 Mbps
	4/4	4.8 Mbps	9.6 Mbps	14.4 Mbps

Fuente: [75]

Al igual que en HSDPA también se definen categorías de equipos para HSUPA, tal como se muestra en la Tabla 2-34.

Tabla 2-34

Categorías de terminales definidos para HSUPA

Categoría HSUPA	Máximo Número de Códigos HSUPA transmitidos	SF mínimo	Soporte por TTI de 10 y 2 ms HSUPA	Máximo número de bits transmitidos en un TTI HSUPA de 10 ms	Máximo número de bits transmitidos en un TTI HSUPA de 2 ms	Máxima velocidad
Categoría 1	1	SF4	10 ms TTI únicamente	7296	-	0.73 Mbps
Categoría 2	2	SF4	10 ms and 2 ms TTI	14592	2919	1.46 Mbps
Categoría 3	2	SF4	10 ms TTI únicamente	14592	-	1.46 Mbps
Categoría 4	2	SF2	10 ms and 2 ms TTI	20000	5837	2.92 Mbps
Categoría 5	2	SF2	10 ms TTI únicamente	20000	-	2.00 Mbps
Categoría 6	4	SF2	10 ms and 2 ms TTI	20000	11520	5.76 Mbps

Fuente: [78]

Mayor información acerca de HSUPA se puede encontrar en [79] [80].

2.8.2.8. Tecnología HSPA+

HSPA+ constituye una mejora de la tecnología HSPA, el objetivo es como siempre incrementar la velocidad máxima alcanzable por usuario. En HSPA+ las mejoras que se incluyen son las siguientes:

- MIMO (Multiple Input Multiple Output) –Utilización de varias antenas para transmisión y recepción. Se puede transmitir la misma información (redundancia) o diferente información por cada par de antenas TX – Rx.
- Modulación de mayor orden – se puede utilizar modulación 64QAM, lo que permite transmitir hasta 6 bits por cada símbolo. Existe una restricción en la calidad del canal.
- Conectividad continua para paquetes de datos – permite mantener al equipo móvil conectado continuamente, evitando la necesidad del proceso de conexión cada vez que requiera transmitir o recibir datos.

2.8.2.9. Esquemas de modulación y codificación en función de CQI

El parámetro CQI (Channel Quality Indicator), informa a la estación base acerca de la velocidad de datos que la estación móvil es capaz de recibir en un determinado instante de tiempo. El valor de CQI que el equipo móvil reporta depende de varios factores: entorno de trayectos múltiples, tipo del equipo móvil, relación entre la interferencia de la propia estación base comparada con la de otras, disponibilidad de potencia esperada en la radiobase HSDPA, entre otros.

Los valores de CQI están en el rango de 0 a 30 dB, siendo 30 dB un indicativo de óptimas condiciones del canal. Basado en el valor de CQI reportado por la estación móvil la red tomará la decisión de los parámetros de transmisión, para lo cual se utiliza como referencia las tablas existentes en [81], así como las

necesidades de transmisión de los usuarios. Las tablas son diferentes de acuerdo a la categoría del equipo terminal.

En la Tabla 2-35 se presenta el ejemplo de los valores CQI y los parámetros de transmisión para un equipo móvil categoría 10. El valor menor de CQI indica peores condiciones del canal (puede ser en el borde de cobertura), mientras que el valor más alto indica mejores condiciones de canal (cerca de la estación base NodoB). En la tabla con un CQI de 30 es un indicativo para configurar el canal con un TBS de 25558 bits, 15 códigos y modulación 16-QAM, equivalente a 12.8 Mbps.

Tabla 2-35
Tabla de mapeo CQI para un terminal categoría 10

Valor CQI o CQIs	Transport Block Size	Número de HS-PDSCH	Modulación
1	137	1	QPSK
2	173	1	QPSK
3	233	1	QPSK
4	317	1	QPSK
5	377	1	QPSK
6	461	1	QPSK
7	650	2	QPSK
8	792	2	QPSK
9	931	2	QPSK
10	1262	3	QPSK
11	1483	3	QPSK
12	1742	3	QPSK
13	2279	4	QPSK
14	2583	4	QPSK
15	3319	5	QPSK
16	3565	5	16-QAM
17	4189	5	16-QAM
18	4664	5	16-QAM
19	5287	5	16-QAM
20	5887	5	16-QAM
21	6554	5	16-QAM
22	7168	5	16-QAM
23	9719	7	16-QAM
24	11418	8	16-QAM
25	14411	10	16-QAM
26	17237	12	16-QAM
27	21754	15	16-QAM
28	23370	15	16-QAM
29	24222	15	16-QAM
30	25558	15	16-QAM

Fuente: [81] Tabla 7D: CQI mapping table D

2.8.3. Tecnologías 4G: LTE, LTE-A

Para el presente análisis se considera a LTE (Long Term Evolution) como una tecnología de cuarta generación, aunque ha sido catalogada de tercera generación, específicamente 3.9G. Tanto LTE como LTE Advanced (LTE-A) utilizan una nueva técnica de acceso múltiple que corresponde a una combinación OFDMA/FDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access/Frequency Division Multiple Access).

En OFDMA el ancho de banda de frecuencias se divide en sub-portadoras de menor ancho de banda (en este caso 15 kHz), las cuales son ortogonales entre sí, cada una de estas portadoras es modulada con un símbolo de datos.

Las sub portadoras son asignadas en un número determinado a cada usuario de acuerdo a la capacidad de transmisión requerida. Las principales características de LTE se incluyen en la Tabla 2-36.

Tabla 2-36

Parámetros básicos de LTE

Especificaciones básicas de LTE	
Parámetro	Detalles
Velocidad pico en enlace de bajada utilizando 64QAM (Mbps)	100 Mbps(SISO), 172 Mbps(2x2 MIMO), 326 Mbps(4x4 MIMO)
Velocidades pico de subida (Mbps)	50 Mbps(QPSK), 57Mbps (16QAM), 86 Mbps (64QAM)
Tipo de datos	Todo el sistema está orientado a conmutación por paquetes (voz y datos). No se ofrece conmutación por circuitos.
Ancho de banda del canal (MHz) entre paréntesis el número de sub portadoras	1.4 MHz(93), 3 (200), 5 MHz(333), 10 MHz(666), 15 MHz(1000), 20 MHz(1333)
Esquemas de duplexación	FDD y TDD
Movilidad	0 - 15 km/h (optimizado), 15 - 120 km/h (alto rendimiento)
Latencia	Desde reposo a activo menor que 100ms Paquetes pequeños ~10 ms
Eficiencia Espectral	Downlink: 3 – 4 veces la de HSDPA Rel 6 Uplink: 2 - 3 x HSUPA Rel 6
Esquemas de Acceso	OFDMA (Downlink) SC-FDMA (Uplink)
Tipos de modulación soportados	QPSK, 16QAM, 64QAM (Uplink y downlink)

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en la Tabla 2-36 en LTE el ancho de banda del canal es variable desde 1.4 MHz hasta 20MHz, divididos en sub-portadoras de 15 kHz, entre paréntesis consta el número de sub-portadoras por canal.

En LTE se utiliza además la tecnología MIMO (Multiple Input Multiple Output), esto es hasta cuatro antenas de transmisión y cuatro antenas de recepción, lo que permite incrementar la capacidad por cuatro, al utilizar cada par de antenas para transmitir información diferente.

2.8.3.1. Bandas de Frecuencias asignadas para LTE

En [82] se establecen las bandas de frecuencias asignadas para la operación de la tecnología LTE.

En Ecuador específicamente se asignaron las bandas 4, 7 y 12 para LTE, según consta en la Resolución TEL-804-29-CONATEL-2012, emitida por el ahora extinto Consejo Nacional de Telecomunicaciones - CONATEL.

2.8.3.2. Estructura de la Red LTE

De manera general la red LTE está constituida de tres partes: el equipo de usuario (User Equipment), UTRAN Evolucionada (Evolved UMTS Terrestrial Access Network – EUTRAN) y la Red Central Evolucionada (Evolved Packet Core), ver Gráfico 2-24.

La UE está a su vez conformada por tres partes: Terminación Móvil (Mobile Termination – MT) se encarga de las funciones de radio. Equipo Terminal (Terminal Equipment – TE) corresponde el interfaz hacia el usuario con las aplicaciones; y finalmente, la tarjeta universal de circuito integrado que corresponde a la tarjeta SIM de LTE. Ejecuta una aplicación conocida como Universal Subscriber Identity Module – USIM.

Tabla 2-37
Bandas de frecuencias asignadas para LTE

FDD Bandas LTE & Frecuencias					
Número de banda asignada a LTE	Banda de Móvil a Estación base (MHz)	Banda Estación base a Móvil(MHz)	Ancho de la banda (MHz)	Separación duplex (MHz)	Band Gap (MHz)
1	1920 - 1980	2110 - 2170	60	190	130
2	1850 - 1910	1930 - 1990	60	80	20
3	1710 - 1785	1805 -1880	75	95	20
4	1710 - 1755	2110 - 2155	45	400	355
5	824 - 849	869 - 894	25	45	20
6	830 - 840	875 - 885	10	35	25
7	2500 - 2570	2620 - 2690	70	120	50

8	880 - 915	925 - 960	35	45	10
9	1749.9 - 1784.9	1844.9 - 1879.9	35	95	60
10	1710 - 1770	2110 - 2170	60	400	340
11	1427.9 - 1452.9	1475.9 - 1500.9	20	48	28
12	698 - 716	728 - 746	18	30	12
13	777 - 787	746 - 756	10	-31	41
14	788 - 798	758 - 768	10	-30	40
15	1900 - 1920	2600 - 2620	20	700	680
16	2010 - 2025	2585 - 2600	15	575	560
17	704 - 716	734 - 746	12	30	18
18	815 - 830	860 - 875	15	45	30
19	830 - 845	875 - 890	15	45	30
20	832 - 862	791 - 821	30	-41	71
21	1447.9 - 1462.9	1495.5 - 1510.9	15	48	33
22	3410 - 3500	3510 - 3600	90	100	10
23	2000 - 2020	2180 - 2200	20	180	160
24	1625.5 - 1660.5	1525 - 1559	34	-101.5	135.5
25	1850 - 1915	1930 - 1995	65	80	15
26	814 - 849	859 - 894	30 / 40		10
27	807 - 824	852 - 869	17	45	28
28	703 - 748	758 - 803	45	55	10
29	n/a	717 - 728	11		
30	2305 - 2315	2350 - 2360	10	45	35
31	452.5 - 457.5	462.5 - 467.5	5	10	5

Fuente: [82]

E-UTRAN es a su vez una versión evolucionada de la red UTRAN 3G, la principal característica es la eliminación del componente RNC de 3G (equivalente a BSC de 2G), con el objetivo de reducir señalización y con esto la latencia.

El nodo B de 3G pasa a denominarse eNodeB (eNB), nodo B evolucionado, el mismo que asume las funciones que cumplía la RNC.

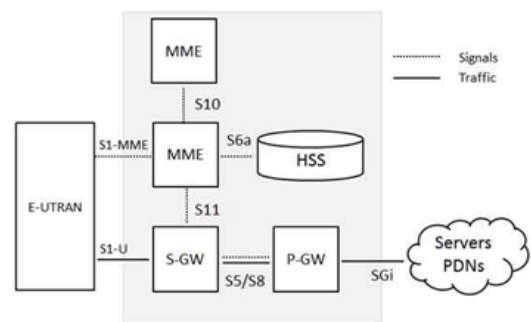
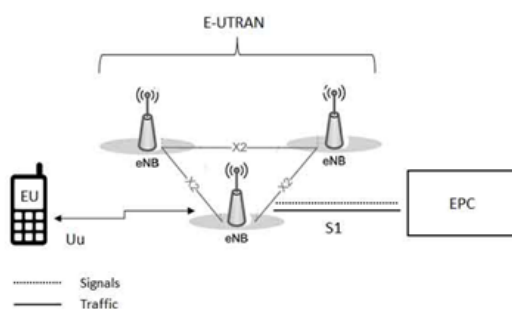


Gráfico 2-24 Estructura de la red LTE.

Fuente: [83] [84]

La red central evolucionada (EPC – Evolved Packet Core), en principio está conformada por componentes similares a los encontrados en la red central de 3G, la MSC 3G pasa a denominarse MME (Mobility Management Entity), el SGSN se denomina S-GW (Serving Gateway), y el GGSN se denomina P-GW (PDN Gateway). Otro componente de EPC es el HSS (Home Subscriber Server), que es la base de datos central que contiene información acerca de los suscriptores.

Mayor detalle acerca de E-UTRAN se encuentra en [83] y acerca de EPC se encuentra en [84].

2.8.3.3. Estructura de la trama y sub-trama de LTE

La trama LTE tiene una duración de 10 ms y se subdivide en 20 intervalos (slots) individuales. Cada sub-trama LTE consta de dos slots, esto es diez sub tramas por trama, Gráfico 2-25.

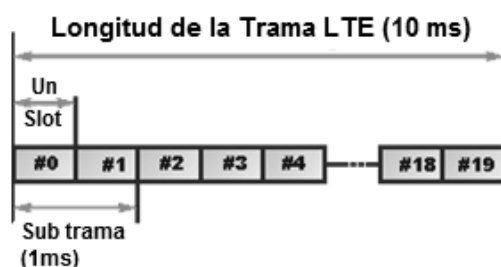


Gráfico 2-25 Estructura de la trama LTE

Fuente: [85]

Cada sub-trama tiene una duración de 1 ms, mientras que el del slot es de 0.5 ms. En cada slot se transmiten 6 o 7 símbolos (con una duración por símbolo de 83.3 us y 71.4 us, respectivamente). A la combinación de 12 sub-portadoras en frecuencia y 1 slot en tiempo se le denomina Bloque de Recursos (Resource Block - RB). Dependiendo del ancho de banda del canal se tiene diferente

cantidad de RB por canal así: 1.4 MHz tiene 6 RB, 3 Hz 15 RB, 5MHz 25 RB, 10 MHz 50 RB, 15 MHz 75 y 20 MHz contiene 100 RB.

Debido a que cada slot contiene 7 símbolos, la cantidad de símbolos que se transmiten por RB es de 84, a cada uno de estos símbolos se denominan elementos de recurso (Resource Element – RE) y cada RE corresponde a un símbolo que se transmite.

Para el caso de un canal de 20 MHz, se tendrán 8400 RE o símbolos, que al utilizar modulación 64-QAM (6 bits por símbolo), equivale a 50400 bits por RB, con lo que la velocidad será de 100,8 Mbps (50400 bits en 0.5 ms). Utilizando MIMO 4x4, se obtiene una velocidad de 403 Mbps (100,8 Mbps x 4). Finalmente considerando que un 25% se utiliza para señalización, sincronización y codificación, la velocidad para datos de usuario máxima alcanzable con LTE será de 403 Mbps multiplicado por 0.75 que nos da una velocidad de 302 Mbps.

Más información acerca de LTE se encuentra en [85].

CAPITULO 3 PROPUESTA DE PARÁMETROS DE CALIDAD PARA LAS REDES DE DATOS MÓVILES EN EL ECUADOR

En este capítulo se presenta una propuesta de los parámetros de calidad de rendimiento de la red aplicables a las redes de datos móviles en operación en Ecuador, con un enfoque hacia el usuario.

En una primera parte se realiza un análisis de los diagramas de flujo del establecimiento de una comunicación de datos sobre redes móviles, para lo cual se han realizado mediciones en campo utilizando equipo y software de análisis de calidad de servicio en redes móviles.

3.1. Diagramas de flujo de establecimiento de comunicaciones de datos

3.1.1. Configuración de mediciones de prueba

Para el análisis de los diagramas de flujo de las comunicaciones de datos en las tecnologías móviles (2G, 3G y 4G), esto es, los mensajes que se intercambian entre la estación móvil y la red, se realizaron mediciones de prueba con el equipo TEMS AUTONOMOUS. Se trabajó con tres equipos de medición, cada uno configurado para trabajar en una sola tecnología.

Las pruebas que se realizaron consistieron en la descarga y transmisión o carga de archivos de prueba a un servidor FTP. En el Gráfico 3-1 consta la configuración de cada uno de los tres equipos con su respectiva tecnología de operación GSM (2G), WCDMA (3G) y LTE (4G).

Una vez realizadas las pruebas se procedió con el procesamiento de los resultados de las mediciones con el software TEMS DISCOVERY, el mismo que dispone de herramientas para análisis de mensajería de capa 3 y por tanto de generación de diagramas de flujo para cada una de las tecnologías.

3.1.2. Mensajes de capa 3 en una comunicación de datos

Las comunicaciones de datos siguen una determinada secuencia de acciones para cumplir su cometido, estas secuencias se hallan documentadas en los estándares 3GPP, en [86] se encuentra la descripción de los protocolos del interface aire. Cada una de las interfaces de la red móvil está compuesta de una pila de protocolos tomando como referencia el modelo OSI.

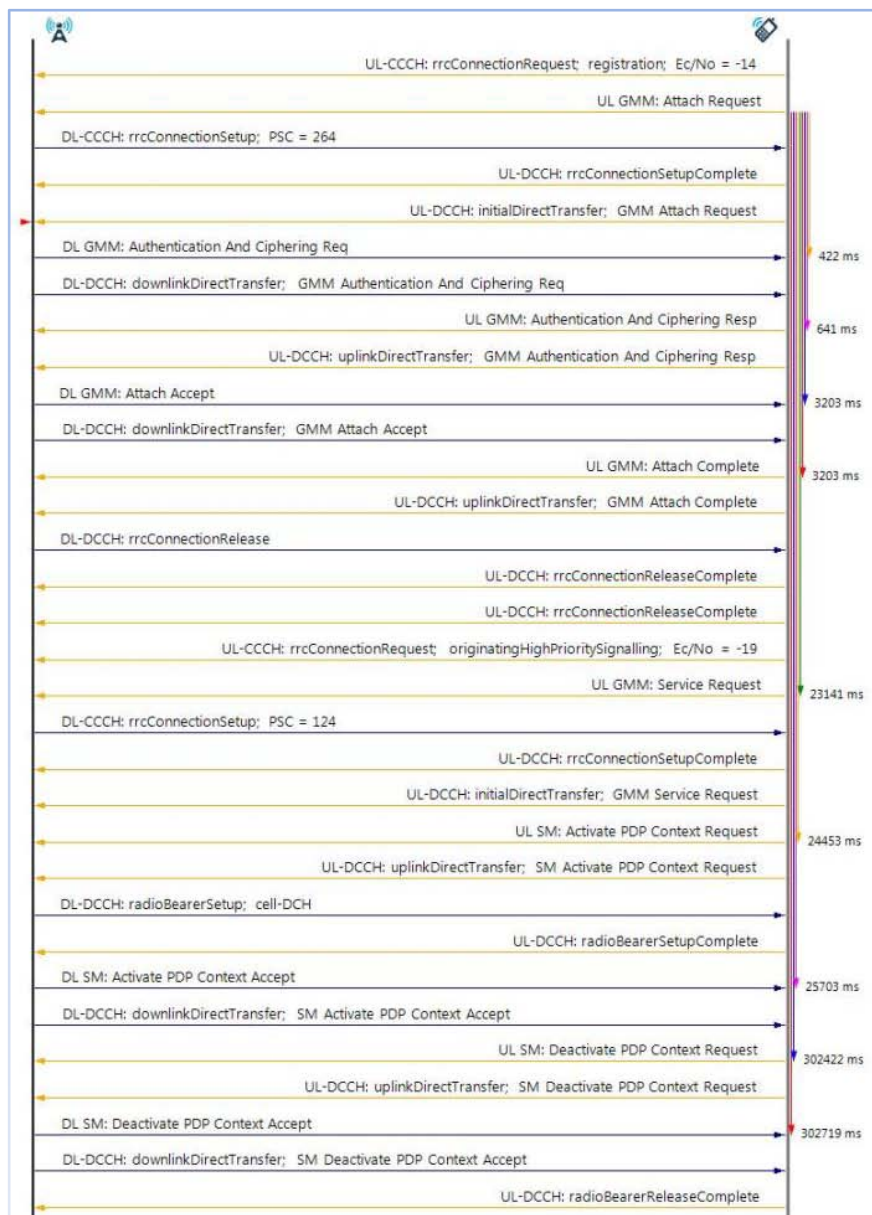


Gráfico 3-2 Mensajes de capa 3 involucrados en una conexión de datos 3G
Fuente: Elaboración propia – software Tems Discovery.

En el Gráfico 3-2, obtenido del software TEMS DISCOVERY, consta el diagrama de flujo con los mensajes de capa RRC y superior (mensajería de capa 3), del plano de control, involucrados en la creación de una conexión de datos para tecnología UMTS y posterior cierre de la misma una vez que se ha finalizado con la transmisión de los datos.

Previo al establecimiento de un contexto PDP que corresponde a una actividad de la capa de gestión de servicio (SM – Service Management), es necesario que estén activos los procedimientos de la capa GMM (GPRS Mobility Management)[87].

En el Gráfico 3-3 se observan los mensajes de la capa 3 NAS, previo al establecimiento del servicio FTP para descarga y subida de datos a un servidor, caso de tecnología 3G.

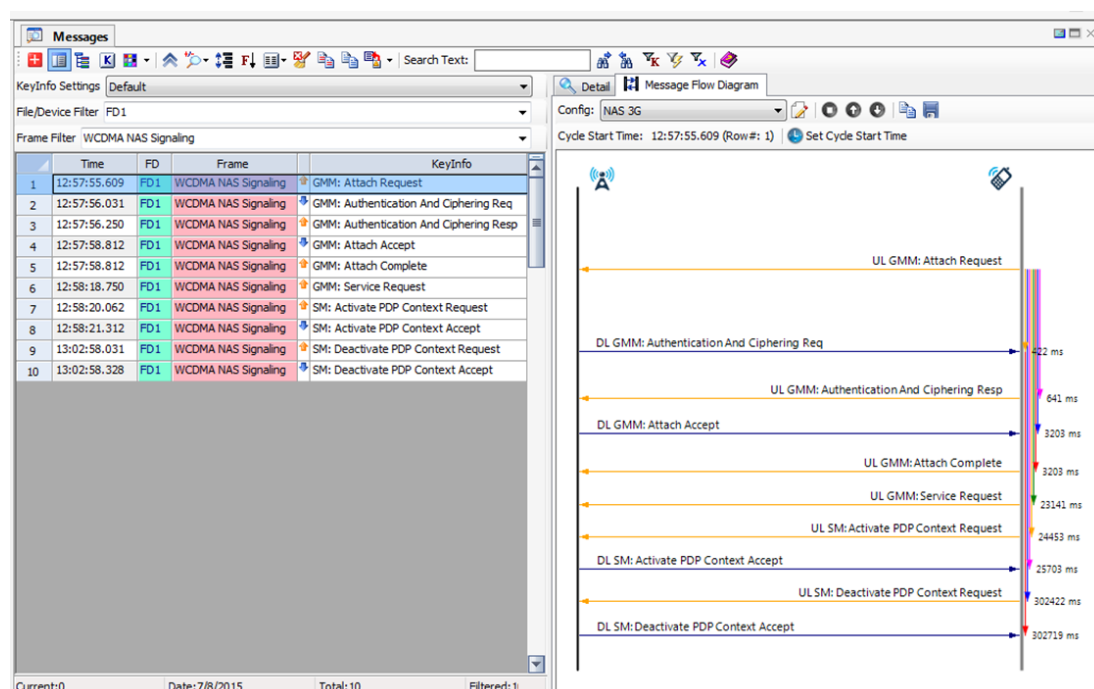


Gráfico 3-3 Mensajería de capa 3 tipo NAS – Prueba de datos FTP.
Autor: Elaboración propia – software Tems Discovery.

Se observan también los tiempos que transcurren desde el mensaje inicial “GMM: Attach Request”, y cada uno de los mensajes subsiguientes. Se debe entender que en este gráfico se han omitido los mensajes de la capa RRC y los mensajes de aplicación tipo TCP/IP.

Previo al establecimiento del contexto PDP (que se estudia con mayor detalle en 3.1.2.3.1), existe un conjunto de acciones de capa 3, protocolo RRC, los cuales se detallan brevemente a continuación.

3.1.2.1. Procedimiento GPRS ATTACH.-

Este procedimiento consta de varios tipos de mensajes, no todos se envían durante un procedimiento de conexión de datos, siendo dependientes de la gestión de la conexión. Los posibles mensajes son los siguientes.

3.1.2.1.1. GMM: ATTACH REQUEST.-

Se transmite a través de un canal UL-DCCH, sirve para que la MS (UE) sea “conocida” por el dominio PS de la Red. Con este mensaje el equipo que inicialmente se encuentra en estado “GMM-DEREGISTERED” pasa a estado “GMM-REGISTERED-INITIATED”, iniciando con esto el procedimiento GPRS ATTACH. En [87] 4.7.3.1.1, se encuentra la descripción de este mensaje. Dentro de la información importante que se transmite en este mensaje tenemos: Attach type, [87] 10.5.5.2, Mobile station classmark, [87] 210.5.1.6, Mobile station classmark, [87] 310.5.1.7, Device properties, [87] 10.5.7.8

3.1.2.1.2. GMM: ATTACH ACCEPT.-

Enviado por la red como respuesta afirmativa al mensaje ATTACH REQUEST, los elementos de este mensaje se detallan en [87] - Tabla 9.4.2, de los cuales los principales mensajes son los siguientes: Attach result, [87] 10.5.5.1, Mobile identity, [87] 10.5.1.4, Network feature support, [87] 10.5.5.23, Emergency Number List, [87] 10.5.3.13.

Tabla 3-1
Información del elemento GMM Cause

Valor de la Causa (octeto 2)								DEC	MENSAJE
Bits									
8	7	6	5	4	3	2	1		
0	0	0	0	0	0	1	0	02	IMSI unknown in HLR
0	0	0	0	0	0	1	1	03	Illegal MS
0	0	0	0	0	1	0	1	05	IMEI not accepted
0	0	0	0	0	1	1	0	06	Illegal ME
0	0	0	0	0	1	1	1	07	GPRS services not allowed
0	0	0	0	1	0	0	0	08	GPRS services and non-GPRS services not allowed
0	0	0	0	1	0	0	1	09	MS identity cannot be derived by the network
0	0	0	0	1	0	1	0	10	Implicitly detached
0	0	0	0	1	0	1	1	11	PLMN not allowed
0	0	0	0	1	1	0	0	12	Location Area not allowed
0	0	0	0	1	1	0	1	13	Roaming not allowed in this location area
0	0	0	0	1	1	1	0	14	GPRS services not allowed in this PLMN
0	0	0	0	1	1	1	1	15	No Suitable Cells In Location Area
0	0	0	1	0	0	0	0	16	MSC temporarily not reachable
0	0	0	1	0	0	0	1	17	Network failure
0	0	0	1	0	1	0	0	20	MAC failure
0	0	0	1	0	1	0	1	21	Synch failure
0	0	0	1	0	1	1	0	22	Congestion
0	0	0	1	0	1	1	1	23	GSM authentication unacceptable
0	0	0	1	1	0	0	1	25	Not authorized for this CSG
0	0	0	1	1	1	0	0	28	SMS provided via GPRS in this routing area
0	0	1	0	1	0	0	0	40	No PDP context activated
0	0	1	1	0	0	0	0		}
			to						} retry upon entry into a new cell
0	0	1	1	1	1	1	1	63	}
0	1	0	1	1	1	1	1	95	Semantically incorrect message
0	1	1	0	0	0	0	0	96	Invalid mandatory information
0	1	1	0	0	0	0	1	97	Message type non-existent or not implemented
0	1	1	0	0	0	1	0	98	Message type not compatible with the protocol state
0	1	1	0	0	0	1	1	99	Information element non-existent or not implemented
0	1	1	0	0	1	0	0	100	Conditional IE error
0	1	1	0	0	1	0	1	101	Message not compatible with the protocol state
0	1	1	0	1	1	1	1	111	Protocol error, unspecified

Cualquier otro valor recibido por el móvil debe ser tratado como 0110 1111 (DEC 111), "Protocol error, unspecified". Cualquier otro valor recibido por la red debe ser tratado como 0110 1111 (DEC111), "Protocol error, unspecified".

Nota: Los valores que se listan de la causa de rechazo son definidos en el Anexo G de [87].

Fuente: [87] - Tabla 10.5.147

3.1.2.1.3. GMM: ATTACH COMPLETE.-

Mensaje enviado por la MS a la red como respuesta a un mensaje ATTACH ACCEPT. Mayor detalle de los elementos de este mensaje se encuentra en [87] - Tabla 9.4.3.

3.1.2.1.4. GMM - ATTACH REJECT.-

Mensaje que se envía para informar el rechazo de una solicitud de ATTACH REQUEST. En [87] 9.4.4 consta el detalle de este mensaje. Uno de los elementos importantes de este mensaje incluye la información de la causa del rechazo del requerimiento de ATTACH, cuyos posibles valores constan en la Tabla 3-1.

3.1.2.2. Procedimiento AUTHENTICATION AND CIPHERING

3.1.2.2.1. GMM: AUTHENTICATION AND CIPHERING REQ

Mensaje enviado por la red hacia la MS, forma parte del procedimiento “Authentication and Ciphering”, y las funciones son las siguientes:

- Permite a la red verificar si la identidad provista por la MS es aceptable o no.
- Proveer parámetros que le permitan a la MS calcular una nueva clave de cifrado y de integridad para GPRS UMTS.
- Permite a la red configurar el modo de cifrado GSM (Ciphering/No ciphering) y el algoritmo de cifrado; y,
- Permite a la MS autenticarse en la red.

Mayor información de este mensaje se encuentra en [87] - Tabla 9.4.9.

3.1.2.2.2. AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE

Mensaje enviado en caso que el procedimiento sea exitoso. Mayor información se encuentra en [87]-9.4.10.

3.1.2.2.3. GMM: AUTHENTICATION AND CIPHERING FAILURE

Mensaje que se envía en caso de falla en el procedimiento. Un elemento importante de este mensaje es justamente el que incluye el respectivo mensaje de falla cuyos valores están de acuerdo a la tabla incluida en [87]-10.5.514.

3.1.2.2.4. GMM: AUTHENTICATION AND CIPHERING REJECT

Mensaje enviado para rechazar el procedimiento desde la red hacia el móvil, en caso de que el equipo móvil no pasó el proceso de autenticación y cifrado.

3.1.2.2.5. Procedimiento SERVICE REQUEST

Con el cumplimiento de este procedimiento se cambia el estado PMM (PS-Mobility Management) desde el modo PMM-IDLE al modo PMM-CONNECTED, para acceder a un servicio en la red. Los elementos que conforman este mensaje están descritos en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2
Contenido del mensaje CM SERVICE REQUEST

Elementos de información	Referencia (referido a [87])
Mobility management protocol discriminator	10.2
Skip Indicator	10.3.1
CM Service Request message type	10.4
CM service type	10.5.3.3
Ciphering key sequence number	10.5.1.2
Mobile station classmark	10.5.1.6
Mobile identity	10.5.1.4
Priority	10.5.1.11
Additional update parameters	10.5.3.14
Device properties	10.5.7.8

Fuente:[87] - Tabla 9.2.11

Los valores que puede adquirir el elemento CM SERVICE TYPE constan en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3
Información del elemento CM Service Type

Tipo de Servicio (octeto 1)				
Bits				
4	3	2	1	DEC
0	0	0	1	01 Mobile originating call establishment or packet mode connection establishment
0	0	1	0	02 Emergency call establishment
0	1	0	0	04 Short message service
1	0	0	0	08 Supplementary service activation
1	0	0	1	09 Voice group call establishment
1	0	1	0	10 Voice broadcast call establishment
1	0	1	1	11 Location Services (NOTA)
Todos los demás valores son reservados.				
NOTA: Este tipo de servicio debe ser utilizado únicamente por LMU tipo A si la conexión MM fue requerida para la transmisión de mensajes de señalización especificados en 3GPP TS 44.071 [23a].				
Fuente:[87] - Tabla 10.5.91				

Se debe considerar además que en las capas inferiores a la mensajería de Capa 3 tipo NAS existe la mensajería de capa 3 del tipo AS, correspondiente al protocolo RRC, sobre el cual se encapsulan los mensajes NAS. En el Gráfico 3-2 consta la mensajería incluyendo parte de los mensajes RRC, relacionados con el establecimiento de conexiones lógicas de canales para la transferencia de datos y señalización.

En el Gráfico 3-2 que incluye la mensajería RRC, además de la mensajería GMM y SM, se observa que previo a la transmisión del mensaje UL GMM: ATTACH REQUEST, se solicita la creación de una conexión RRC mediante el envío desde la estación móvil a la estación base del mensaje “rccConnectionRequest”,

el mismo que es transmitido a través del canal de control UL-CCCH (Up Link Common Control Channel), este mensaje es respondido por la estación base con un mensaje de inicio de establecimiento de la conexión RRC “rrcConnectionSetup” el mismo que es transmitido en el canal de control DL-CCCH (Down Link Common Control Channel), finalmente el establecimiento de la conexión RRC se confirma por parte del móvil con el mensaje “rrcConnectionSetupComplete” transmitido hacia la estación base. El establecimiento de la conexión RRC se refleja en la creación de un canal de control dedicado DCCH (Dedicated Control Channel), tanto en DOWN LINK como en UP LINK, exclusivo para la estación móvil. En la Tabla 3-4 se presentan todos los mensajes relacionados con el procedimiento de establecimiento de una conexión RRC, con la descripción de cada uno de ellos y la referencia del documento donde se encuentra la descripción con mayor detalle de cada mensaje.

A través de la conexión RRC establecida se transmiten los mensajes de señalización de las capas superiores, así en el Gráfico 3-2, el mensaje ATTACH REQUEST es transmitido sobre un mensaje “initialDirectTransfer” de la conexión RRC en el canal de control dedicado UL-DCCH, sobre el cual se transmitirán todos los mensajes en adelante. La conexión RRC es además la base para el establecimiento de las conexiones de datos necesarias para la transmisión de información de usuario[88].

Siguiendo con el diagrama de flujo de nuestro ejemplo, previo a la aceptación del procedimiento ATTACH, la red solicita a la estación móvil que se autentique e inicialice los parámetros de cifrado (mensaje “Authentication and Ciphering Request”), el cual es transmitido a través de una mensaje RCC

“downlinkDirectTransfer” que es transmitido mediante el canal DL-DCCH. Una vez completado el procedimiento de autenticación y cifrado se da paso al establecimiento del procedimiento ATTACH.

Tabla 3-4

Mensajes RCC presentes en un proceso de establecimiento de una conexión RCC

Mensaje RCC	Descripción	Documento de Referencia	Observación
rrcConnectionRequest	Es el primer mensaje transmitido por la UE cuando se requiere la creación de una conexión RCC a la red.	[89] 10.2.39	
rrcConnectionSetup	Es utilizado por la red para aceptar el establecimiento de una conexión RCC para una UE, incluyendo información de asignación de un enlace de señalización, información del canal de transporte, y opcionalmente información del canal físico.	[89] 10.2.40	
rrcConnectionReject	La red transmite este mensaje cuando la conexión RCC requerida no puede ser aceptada.	[89] 10.2.36	En este mensaje es importante el elemento “Rejection Cause”, que puede tomar los valores: <ul style="list-style-type: none"> • Congestión, • No especificado. [89] 10.3.3.31
rrcConnectionSetupComplete	Mensaje que confirma el establecimiento de una conexión RCC por parte de la UE.	[89] 10.2.41	
rrcFailureInfo	Enviado por la UE vía otra tecnología de acceso de radio para proveer información acerca de la causa de la falla para ejecutar la operación requerida.	[89] 10.2.41a	Los elementos importantes de este mensaje son “Failure Cause” que puede tomar los valores: Configuration unsupported, Physical channel failure, Incompatible simultaneous reconfiguration, Protocol error, Compressed mode runtime error, Cell update occurred, Invalid configuration, Configuration incomplete, Unsupported measurement, MBMS session already received correctly, Lower priority MBMS service) [89] 10.3.3.13

Mensaje RRC	Descripción	Documento de Referencia	Observación
			Si la causa es "Protocol error", se incluye el mensaje "Protocol Error Information", que puede tomar los valores: <ul style="list-style-type: none"> • ASN.1 violation or encoding error, • Message type non-existent or not implemented, • Message not compatible with receiver state, • Information element value not comprehended, • Information element missing, • Message extension not comprehended [89] 10.3.3.26
rrcConnectionRelease	Enviado por la UTRAN para liberar la conexión RRC. El mensaje también libera la conexión de señalización y todos los radio bearers entre la UE y UTRAN.	[89] 10.2.37	Un elemento importante de este mensaje es "Release Cause", cuyos valores pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> • Normal event, • unspecified, • pre-emptive release, • congestion, • re-establishment reject, • directed signalling connection re-establishment, • user inactivity. [89] 10.3.3.32
rrcConnectionRelease Complete	Enviado por la UE para confirmar que la conexión RRC ha sido liberada.	[89] 10.2.38	Un elemento importante es "Failure cause and error information", cuyos valores están especificados en [89] 10.3.3.13 y 10.3.8.12 [89] 10.3.3.14
rrcStatus	Este mensaje es enviado para indicar un error de protocolo.	[89] 10.2.42	Los valores de errores de protocolo se incluyen en [89] 10.3.8.12

Fuente:[89]

Una vez establecida la conexión RRC, canal dedicado de control, toda la mensajería de capas superiores del tipo NAS se transmitirá embebida en mensajes de la subcapa RRC. En la Tabla 3-5 consta el listado de mensajes de capa RRC que se utilizan para envío de mensajes de tipo NAS.

Tabla 3-5
Mensajes de capa RRC utilizados en modo Dedicado para transmitir mensajes NAS

Mensaje RRC	Descripción	Documento de Referencia	Observación
InitialDirectTransfer	Este procedimiento debe ser iniciado cuando capas superiores requieren el establecimiento de una conexión de señalización. Esto también incluye al requerimiento de transmisión de un mensaje NAS.	[89] 8.1.8	Transmitido en la dirección Móvil a Red. Sobre un canal lógico DCCH.
downlinkDirectTransfer	Mensaje enviado por la UTRAN para	[89] 10.2.11	Transmitido en la dirección

Mensaje RRC	Descripción	Documento de Referencia	Observación
uplinkDirectTransfer	transferir mensajes de capas superiores. Utilizado en la dirección UPLINK para llevar toda la señalización NAS.	[89] 10.2.58	UTRAN – UE, sobre un canal DCCH. Dirección UE – UTRAN, en un canal DCCH.

Fuente:[89]

3.1.2.3. Procedimiento RADIO BEARER

3.1.2.3.1. Establecimiento de contexto PDP.

Al momento que una estación móvil requiere establecer una sesión de datos con una red de paquetes de datos (PDN – Packet Data Network), externa a la red móvil, se establece un contexto PDP (Packet Data Protocol) que contiene la configuración de la conexión entre la estación móvil y la PDN[90]. Las recomendaciones 3GPP que documentan acerca del contexto PDP son las siguientes:

- 3GPP TS.23.060[91] “General Packet Radio Service (GPRS)”, que describe los procedimientos de Administración de Sesión (Session Management – SM).
- 3GPP TS 24.008[87] “Mobile Radio Interface for Layer 3 specification: Core Network Protocols”, en lo correspondiente a la parte de Administración de Sesión.
- 3GPP TS 29.060[92] “GPRS Tunneling Protocol”, que se refiere a los intercambios entre el SGSN y el GGSN.

La Tabla 3-6 describe los elementos constitutivos de un contexto PDP.

Tabla 3-6
Elementos del Contexto PDP

Tipo de PDP - PDP TYPE	1) El tipo de PDP se identifica por la organización responsable (ej. ETSI o IETF) y un número de tipo PDP (ej. PPP, IPv4 o IPv6).
Dirección PDP - PDP Address	Contiene la dirección PDP cuyo formato está dado por el tipo de PDP. Existe un campo de longitud que define la longitud de la dirección PDP.
Identificador de Punto de Acceso al Servicio de Red - Network Service Access Point Identifier (NSAPI)	NSAPI contiene el índice del contexto PDP. En la estación móvil (MS), este campo es utilizado para identificar un SAP PDP (Service Access Point PDP). En el SGSN/GGSN, es utilizado para identificar el contexto PDP asociado con una conexión del tipo de Gestión de Movilidad (Mobility Management – MM).

Calidad de Servicio - Quality of Service (QoS)	<p>Define la QoS para un contexto PDP. Existen tres tipos de QoS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • QoS Suscrito - Subscribed QoS: Es el perfil QoS mantenido en el HLR. Un suscriptor no puede requerir un QoS mayor que el valor al cual está suscrito. • QoS requerido - Requested QoS: Este es el perfil de QoS requerido por la MS al inicio de una sesión. • QoS Negociado - Negotiated QoS: Mientras que el usuario provee los parámetros del QoS requerido, la red negocia cada atributo de QoS a un nivel que esté de acuerdo con los recursos disponibles de la red. <p>Los parámetros importantes que se incluyen en el perfil QoS son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Clase de Tráfico - Traffic class: Este parámetro define la naturaleza del tráfico. Se definen cuatro clases de tráfico, denominados: <ul style="list-style-type: none"> ○ Clase Conversacional - Conversational class, ○ Clase de Flujo Continuo - Streaming class, ○ Clase Interactiva - Interactive class y ○ Clase de Fondo - Background class ✓ Tasa de bits Máxima y Garantizada: Este grupo de parámetros define el número de bits máximo y garantizado entregados por y hacia la UTRAN en un período de tiempo, dividido para la duración del período. ✓ Orden de entrega - Delivery Order: Este parámetro define si la portadora proveerá la entrega de SDUs en secuencia o no. ✓ Tamaño Máximo de SDU - Maximum SDU size: Este parámetro define el máximo tamaño de SDU que puede ser transportado por la red. ✓ Tasa de Error de SDU - SDU error ratio: Indica la fracción de SDUs que se pierden o son detectados como erróneos. ✓ BER Residual - Residual bit error ratio: Define el BER no detectado en los SDUs entregados. ✓ Entrega de SDU erróneos - Delivery of erroneous SDU: Define si los SDUs serán entregados a la capa de aplicación o no. ✓ Retardo de Transferencia - Transfer delay (ms): Indica el máximo retardo para el 95% de los SDU entregados durante el tiempo de vida de un servicio de transporte. ✓ Prioridad de Manejo de Tráfico - Traffic handling priority: Este parámetro especifica la importancia relativa para el manejo de todos los SDUs pertenecientes a un contexto PDP comparados a los SDUs de otro contexto PDP. ✓ Prioridad de Colocación/Retención - Allocation/Retention Priority: Este parámetro especifica la importancia relativa de un RAB comparado a otro RAB para colocación y retención del RAB.
Identificador de Punto Final de Túnel - Tunnel End point Identifier (TEID)	<p>Este campo es utilizado entre el SGSN y GGSN y entre la RNC y SGSN para identificar el punto final de un túnel en el protocolo GTP-C o GTP-U receptor e identificar un contexto PDP. Notar que los túneles GTP-C no existen entre el RNC y SGSN.</p>
Nombre del Punto de Acceso - Access Point Name (APN)	<p>Un APN es utilizado para acceder a un servicio asociado con un GGSN. El nombre es traducido por el SGSN utilizando el DNS (Domain Name System) para obtener la dirección IP del GGSN que puede proveer el servicio requerido. Un APN consiste de un Identificador de Red APN(mandatorio)y un Identificador Operacional APN (opcional). El identificador de red APN es un FQDN - Fully Qualified Domain Name. (Por ejemplo,'service.company.com'). Este identificador es utilizado para identificar la red externa al cual está conectado el GGSN y opcionalmente, un servicio requerido por el MS. El identificador operacional APN es también un FQDN que finaliza con '.gprs'. Este es utilizado para identificar el backbone PLMN GPRS en el que está localizado el GGSN.</p>

Fuente: [90] Tabla 11.1

En [91] consta el diagrama de flujo de establecimiento de un contexto PDP, tanto para la tecnología 2G (interfaces A/Gb) y 3G (interfaz Iu). En el Gráfico 3-4 constan los diagramas indicados.

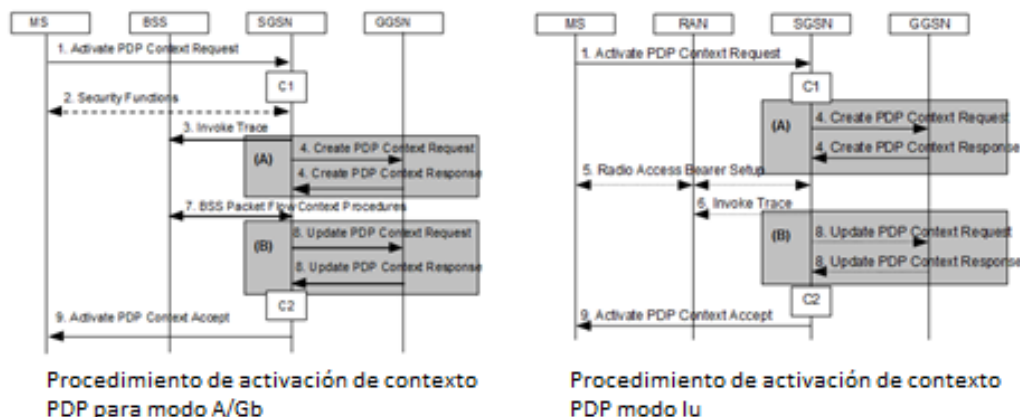


Gráfico 3-4 Procedimiento de establecimiento de un contexto PDP
Fuente: [91]

Se ha realizado el análisis de la activación de contextos PDP utilizando la herramienta TEMS AUTONOMOUS, equipos RTU. En el Gráfico 3-5 consta el detalle obtenido del equipo de medición operando con tecnología 3G. En este caso la solicitud de activación del contexto PDP lo realiza la estación móvil.

En el equipo de medición se registran únicamente los mensajes de la interfaz de radio que se originan o direccionan a la estación móvil (MS). Como se observa, no se incluyen mensajes relativos a la función de seguridad (Security Functions). Se incluyen mensajes de desconexión del contexto PDP.

En [87] se detalla el contenido de cada uno de los mensajes involucrados en la activación de un contexto PDP, los cuales se analizan en las próximas secciones.

3.1.2.3.2. ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST

Este mensaje que es parte de la “Gestión de Sesión” (Session Management - SM), puede ser originado por la estación móvil o por la red, dependiendo de qué entidad requiere transmitir datos a través de la red móvil. Mayor detalle del

contenido de un mensaje PDP Context Request se puede encontrar en [87]
Tabla 9.5.1.

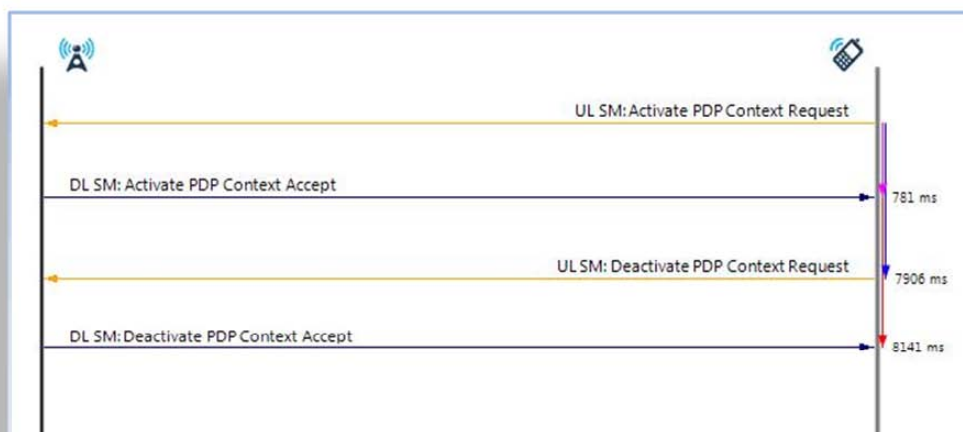


Gráfico 3-5 Procedimiento de Activación de un Contexto PDP.
Fuente: Elaboración propia - TEMS DISCOVERY

En el Gráfico 3-6 se incluye el detalle de la captura de un mensaje “ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST”, tomado del software TD, con los valores correspondientes para cada elemento del mensaje. La prueba en este caso se realizó trabajando en la tecnología 3G – UMTS. Se incluye información de los sitios donde se puede consultar el detalle de cada uno de los elementos del mensaje.

Es importante notar que los parámetros del QoS requeridos se remiten a los valores del QoS suscrito, y para el caso de los valores de tasa de bit máximo y garantizado, no se especifican valores requeridos.

Search: []

13:21:45.953 WCDMA NAS Signaling

- Direction: UL
- Transaction Identifier Flag : 0 --> From t
- Transaction Identifier : 0
- Protocol: GPRS Session Management (SM)
- Activate PDP Context Request Message
- Requested NSAPI : 5
- Requested LLC SAPI
 - LLC Service Access Point Identifier : 3 --> SAPI 3
- Requested QoS
 - Delay class : 0 --> Subscribed delay class
 - Reliability class : 0 --> Subscribed reliability class
 - Peak throughput : 0 --> Subscribed peak throughput
 - Precedence class : 0 --> Subscribed precedence
 - Mean throughput : 0 --> Subscribed mean throughput
 - Traffic Class : 0 --> Subscribed traffic class
 - Delivery order : 0 --> Subscribed delivery order
 - Delivery of erroneous SDU : 0 --> Subscribed delivery of erroneous SDUs
 - Maximum SDU size : Subscribed Octets
 - Maximum bit rate for uplink : Subscribed kbps
 - Residual BER : 0 --> Subscribed residual BER
 - SDU error ratio : 0 --> Subscribed SDU error ratio
 - Transfer delay : Subscribed ms
 - Traffic Handling priority : 0 --> Subscribed traffic handling priority
 - Guaranteed bit rate for uplink : Subscribed kbps
 - Signalling Indication : 0 --> Not optimised for signalling traffic
 - Source Statistics Descriptor : 0 --> unknown
 - Maximum bit rate for downlink : 0 kbps
 - Guaranteed bit rate for downlink : 0 kbps
- Requested PDP address
 - PDP Type organisation : 1 --> IETF allocated address
 - PDP Type number : 33 --> IPv4 address
- Access Point Name
 - Access point name : .internet.alegro.net.ec
- Protocol configuration options
 - Configuration Protocol : 0 --> PPP for use with IP PDP type
 - #1
 - Type ID : 32801 --> Protocol: IPCP (0x8021)
 - Length (Octets) : 16
 - Contents : 0x01000010810600000000830600000000
- Message Hex Dump:
 - 0A 41 05 03 0E 00 00 00 00 00
 - 00 00 00 00 00 00 00 00 00 02
 - 01 21 28 17 08 69 6E 74 65 72
 - 6E 65 74 06 61 6C 65 67 72 6F
 - 03 6E 65 74 02 65 63 27 14 80
 - 80 21 10 01 00 00 10 81 06 00
 - 00 00 00 83 06 00 00 00 00

Valor 10 corresponde a "GPRS session management messages", 3GPP 24.007 [84], Tabla 11.2 Protocol Discriminator Values.

Valor 65 corresponde a "ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST", 3GPP 24.008 [74], Tabla 10.4a Message Types for GPRS Session Management.

Valor 5 corresponde a "NSAPI 5", 3GPP 24.008 [74], Tabla 10.5.167 Network service access point identifier information element

Valor 3 corresponde a "SAPI 3", 3GPP 24.008 [74], Tabla 10.5.159 LLC service access point identifier information element.

Valores de los parámetros de QoS se especifican en 3GPP 24.008 [74], Tabla 10.5.156 Quality of service Information Element.

Valores del elemento Requested PDP Address están especificados en 3GPP 24.008 [74], Tabla 10.5.155 Packet Data Protocol Address Information Element

APN de la empresa CNT EP: internet.alegro.net.ec

Valores especificados en 3GPP 24.008 [74], Tabla 10.5.154 Protocol Configuration Options Information Element.
01 00 00 10 81 06 0000 00 00 83 06 00 0000 00, corresponde al contenido del identificador del protocolo, y es específico a la configuración del protocolo IPCP en este caso.

Gráfico 3-6 Mensaje "Activate PDP Context Request"
Fuente: Elaboración propia - Software TEMS Discovery

3.1.2.3.3. ACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT

Mensaje que es parte de la “Gestión de Sesión” (Session Management - SM), originado por la red hacia la estación móvil.

En la recomendación 3GPP 24.008 [87], sección 9.5.2 consta el detalle del contenido de este mensaje cuando es enviado por la red. En la Tabla 3-7 se describen, según [87], los componentes de este mensaje.

Con este mensaje se acepta la creación del contexto PDP, cuya información se almacena en el equipo móvil (MS), SGSN y GGSN. Contiene además los valores de calidad de servicio (QoS) que fueron asignados por la red para este contexto.

En el Gráfico 3-7 consta el detalle del mensaje “ACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT” capturado con el sistema de medición y que corresponde a la activación del mensaje de “ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST” que consta en el Gráfico 3-6.

Tabla 3-7
Contenido del mensaje ACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT

Information Element	Referencia (Referido a [87])
Protocol discriminator	10.2
Transaction identifier	10.3.2
Activate PDP context accept message identity	10.4
Negotiated LLC SAPI	10.5.6.9
Negotiated QoS	10.5.6.5
Radio priority	10.5.7.2
Spare half octet	10.5.1.8
PDP address	10.5.6.4
Protocol configuration options	10.5.6.3
Packet Flow Identifier	10.5.6.11
SM cause	10.5.6.6a
Connectivity type	10.5.6.19
WLAN offload indication	10.5.6.20
RAN rules handling	10.5.6.22
NBIFOM container	10.5.6.24

Fuente:[87] Table 9.5.2

Respecto de los valores de calidad de servicio merecen especial atención los valores máximos de tasa de bit en subida (UP LINK) y en descarga (DOWN LINK) que se hallan en 384 kbps, y tal como consta en el mensaje, no se garantiza un valor mínimo de tasa de bits en bajada, mientras que para subida se establece una tasa de bit garantizada de acuerdo al valor suscrito.

Se establece un valor de retardo de transmisión máximo de 100 ms para el 95% de los SDU entregados.

La clase de tráfico asignado es del tipo “Interactive Class”, el cual es otorgado para aplicaciones que utilizan protocolos del tipo requerimiento-respuesta, en donde cada requerimiento es seguido por la descarga de los datos solicitados. Existe un límite superior en el retardo de la transferencia, que en todo caso es mucho menor que el requerido para aplicaciones de tiempo real. En este tipo de transferencia son más exigentes los requerimientos respecto de tasa de datos perdidos. Entre las aplicaciones que utilizan esta clase de transmisión de datos tenemos navegación en páginas web, correo basado en navegación WEB, consultas a bases de datos, FTP, entre otros. Una vez que se ha establecido el contexto PDP, existe un túnel de datos entre la MS y GGSN, con sus características de GOS asignadas por la red.

En el Gráfico 3-7 resulta de interés los valores de “Peak Throughput” en 32000 octetos/s (equivalente a 256 kbps), “Maximun bit rate for uplink” en 384 kbps, “maximun bit rate for downlink” en 384 kbps y “Guaranted bit rate for downlink” en 0 kbps. Esto nos indica que en la negociación y posterior asignación de las características de contexto PDP ya se impone velocidades máximas a la conexión de datos, por lo que la red bajo prueba no va a alcanzar las velocidades máximas que ofrece la tecnología móvil.

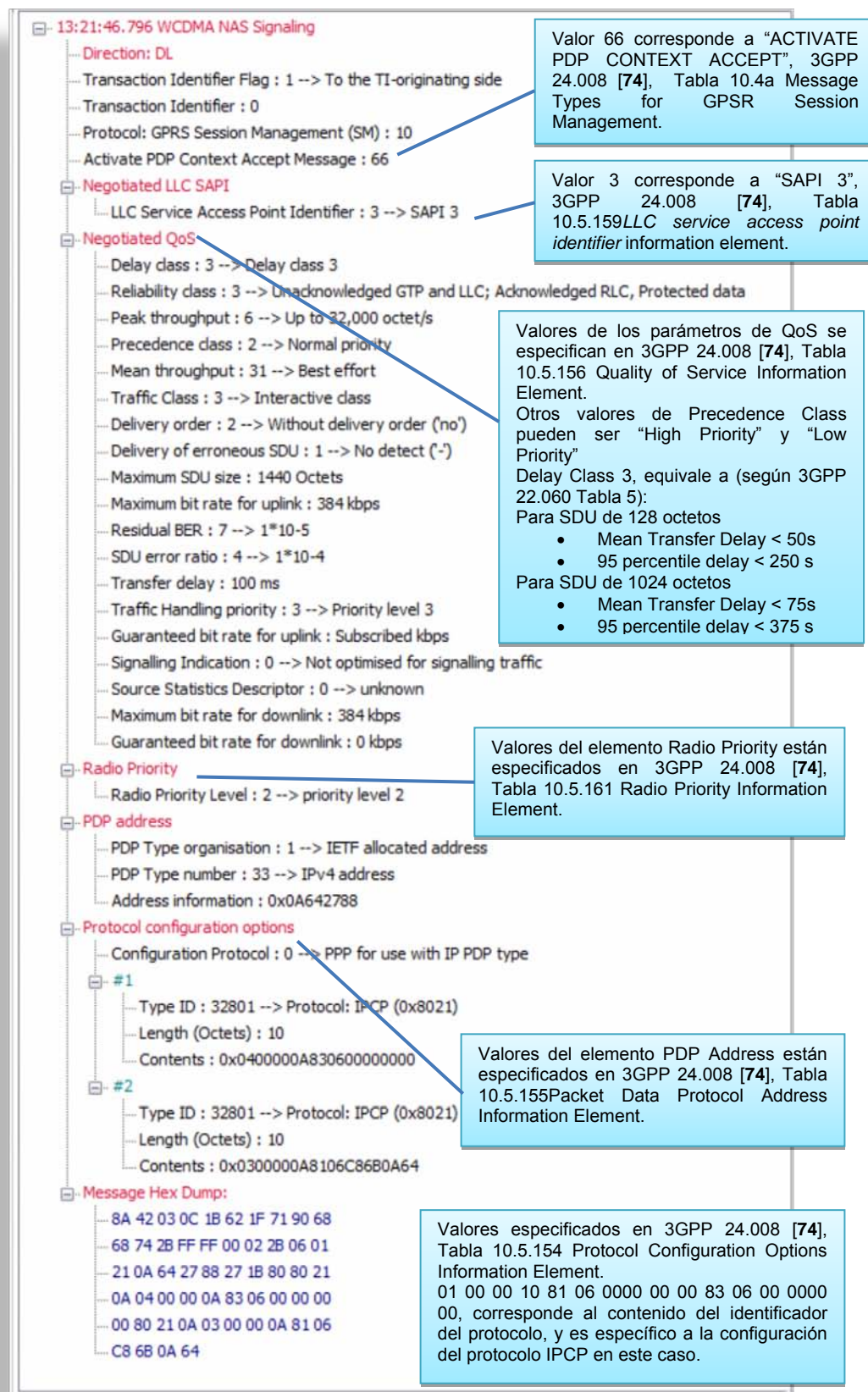


Gráfico 3-7 Mensaje PDP Context Accept

Fuente: Elaboración propia - Software TEMS DISCOVERY

3.1.2.3.4. ACTIVATE PDP CONTEXT REJECT

Existe la posibilidad de que una solicitud de activación de un contexto PDP no sea atendida favorablemente por la red, en cuyo caso se recibirá un mensaje de “ACTIVATE PDP CONTEXT REJECT”, el cual está descrito en [87] - sección 9.5.3. Este mensaje es enviado por la red a la estación móvil para indicar que la solicitud de activación del contexto PDP ha sido rechazada.

Un elemento importante de este mensaje es el denominado “SM CAUSE” el cual brinda información de la causa por la cual fue rechazada la activación del contexto PDP, los valores que puede tomar este elemento constan en la Tabla 3-8.

La explicación detallada de cada una de las causas consta en el Anexo I del documento [87].

El análisis de los mensajes de rechazo de las activaciones de contextos PDP brinda información importante respecto de posibles causas de problemas en la red para gestionar conexiones de datos.

3.1.2.3.5. DEACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST

Este mensaje es transmitido ya sea en la dirección MS a Red o viceversa, con la finalidad de dar por concluido un contexto PDP, esto generalmente cuando ya ha concluido la transmisión de los datos para el cual se creó el contexto PDP.

En 3GPP 24.008 [87], sección 9.5.14 se detalla el contenido de este mensaje con el cual se inicia el proceso de desconexión de contexto PDP.

Un elemento importante es « SM Cause », y los valores que puede tomar se incluyen en la Tabla 3-8, sin embargo según [87] estos valores se restringen a los códigos 25, 26, 36 y 37 cuando el mensaje es iniciado por la estación móvil; y los códigos 8, 25, 26, 36, 38, 39 y 112 cuando el mensaje es iniciado por la red.

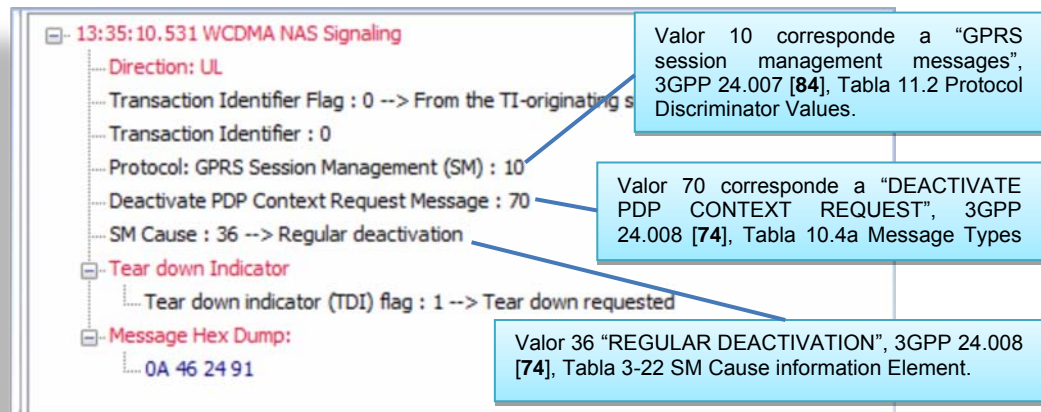


Gráfico 3-8 Mensaje Deactivate PDP Context Request.
Fuente: Elaboración propia - TEMS DISCOVERY

En el Gráfico 3-8 se incluye el contenido de un mensaje “DEACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST”, obtenido de mediciones en campo. De los elementos opcionales se incluye únicamente a “Tear Down Indicator”, el cual de acuerdo a la definición contenida en 9.5.14.1 en[87], sirve para indicar si únicamente debe ser desactivado el contexto PDP asociado con este Identificador de Transacción específico (Transaction Identifier) o todos los contextos PDP activos compartiendo la misma dirección PDP y APN.

El valor de “1” de “Tear Down Indicator” indica que todas las conexiones deben ser desactivadas y “0” que únicamente el contexto PDP asociado con el TI específico debe ser desactivado.

Tabla 3-8
SM cause information element

Cause value (octet 2)		Valor Decimal
Bits		
8 7 6 5 4 3 2 1		
0 0 0 0 1 0 0 0	Operator Determined Barring	8
0 0 0 1 1 0 0 0	MBMS bearer capabilities insufficient for the service	24
0 0 0 1 1 0 0 1	LLC or SMDCP failure(A/Gb mode only)	25
0 0 0 1 1 0 1 0	Insufficient resources	26
0 0 0 1 1 0 1 1	Missing or unknown APN	27
0 0 0 1 1 1 0 0	Unknown PDP address or PDP type	28
0 0 0 1 1 1 0 1	User authentication failed	29
0 0 0 1 1 1 1 0	Activation rejected by GGSN, Serving GW or PDN GW	30
0 0 0 1 1 1 1 1	Activation rejected, unspecified	31
0 0 1 0 0 0 0 0	Service option not supported	32
0 0 1 0 0 0 0 1	Requested service option not subscribed	33
0 0 1 0 0 0 1 0	Service option temporarily out of order	34
0 0 1 0 0 0 1 1	NSAPI already used (not sent)	35
0 0 1 0 0 1 0 0	Regular deactivation	36
0 0 1 0 0 1 0 1	QoS not accepted	37
0 0 1 0 0 1 1 0	Network failure	38
0 0 1 0 0 1 1 1	Reactivation requested	39
0 0 1 0 1 0 0 0	Feature not supported	40
0 0 1 0 1 0 0 1	Semantic error in the TFT operation	41
0 0 1 0 1 0 1 0	Syntactical error in the TFT operation	42
0 0 1 0 1 0 1 1	Unknown PDP context	43
0 0 1 0 1 1 0 0	Semantic errors in packet filter(s)	44
0 0 1 0 1 1 0 1	Syntactical errors in packet filter(s)	45
0 0 1 0 1 1 1 0	PDP context without TFT already activated	46
0 0 1 0 1 1 1 1	Multicast group membership time-out	47
0 0 1 1 0 0 0 0	Request rejected, BCM violation	48
0 0 1 1 0 0 1 0	PDP type IPv4 only allowed	50
0 0 1 1 0 0 1 1	PDP type IPv6 only allowed	51
0 0 1 1 0 1 0 0	Single address bearers only allowed	52
0 0 1 1 1 0 0 0	Collision with network initiated request	56
0 0 1 1 1 1 0 0	Bearer handling not supported	60
0 1 0 0 0 0 0 1	Maximum number of PDP contexts reached	65
0 1 0 0 0 1 0 0	Requested APN not supported in current RAT and PLMN combination	66
0 1 0 1 0 0 0 1	Invalid transaction identifier value	81
0 1 0 1 1 1 1 1	Semantically incorrect message	95
0 1 1 0 0 0 0 0	Invalid mandatory information	96
0 1 1 0 0 0 0 1	Message type non-existent or not implemented	97
0 1 1 0 0 0 1 0	Message type not compatible with the protocol state	98
0 1 1 0 0 0 1 1	Information element non-existent or not implemented	99
0 1 1 0 0 1 0 0	Conditional IE error	100
0 1 1 0 0 1 0 1	Message not compatible with the protocol state	101
0 1 1 0 1 1 1 1	Protocol error, unspecified	103
0 1 1 1 0 0 0 0	APN restriction value incompatible with active PDP context	112

Fuente: [87]Table 10.5.157

El valor 36 del elemento “SM Cause”, tal como se indica en el Gráfico 3-8 corresponde a “Desactivación Normal – Normal Deactivation”, que se define en el Anexo I de [87] como “Este código de causa es utilizado para indicar una desactivación regular de un contexto PDP iniciado por la MS o por la red, o una

desactivación regular de un contexto MBMS iniciado por la red”. Esto quiere decir que se trata de una desactivación normal de un contexto PDP, sin que haya ningún problema de trasfondo.

3.1.2.3.6. DEACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT

Este mensaje es recibido como respuesta a un mensaje DEACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST, y mediante el cual se acepta la desactivación del contexto PDP. En 9.5.15 de 3GPP 24.008 [87], se describe la estructura de este mensaje que puede ser enviado desde la MS o desde la red, dependiendo de quién originó el mensaje DEACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST.

El Gráfico 3-9 presenta un mensaje DEACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT, capturado en pruebas en campo con la herramienta TEMS AUTOMATIC y procesado con TEMS DISCOVERY.

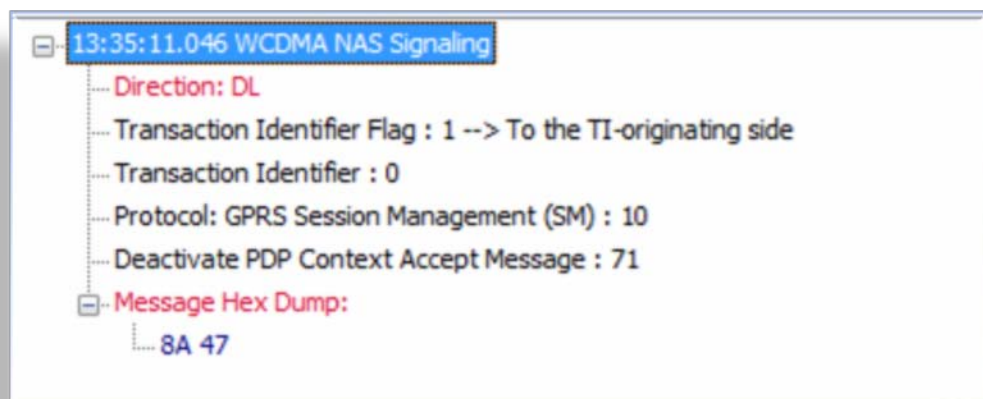


Gráfico 3-9 Mensaje Deactivate PDP Context Accept.
Fuente: Elaboración propia - TEMS DISCOVERY

El mensaje incluye únicamente elementos de información del tipo obligatorio, siendo el más preponderante el que contiene el código 71 que corresponde a DEACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT, según 3GPP 24.008 [87], Tabla 10.4a Message Types for GPRS Session Management.

Con este mensaje la información del contexto PDP se borra de la MS, SGSN y GGSN para el caso de 2G y 3G.

3.1.2.3.7. Establecimiento de Radio Bearer.

En las tecnologías 3G una vez que se establecido la conexión RRC, y se ha registrado el equipo en la SGSN (procedimiento Attach), se procede con la creación del Contexto PDP, que como se ha indicado es un túnel que se establece entre la MS y el GGSN, con sus respectivas propiedades de calidad de servicio. Previo a la creación del contexto, luego de la solicitud de creación del mismo, se requiere la creación de los portadores (carriers o bearers en inglés) sobre los cuales se soportará el contexto PDP.

Este portador (bearer) debe establecerse en todo el camino entre la MS y el GGSN, de tal manera que se tendrá un portador entre la MS y el NodoB/RNC, al cual se conoce como “Radio Bearer”, se crea además un bearer entre el NodoB/RNC y la red central (red core) conocido como “lu Bearer”. La combinación de un Radio Bearer y un lu Bearer constituyen un RAB (Radio Access Bearer).

Se creará un RAB por cada contexto PDP, considerando que distintos contextos PDP tendrán distintas características de QoS (calidad de servicio).

El servicio “Bearer” en UMTS consiste de dos partes [93], el servicio RAB y el “bearer” de la red central. La relación entre los servicios que ofrecen los “bearer” se muestra en el Gráfico 3-10.

Según [93] cada RAB está caracterizado por un número determinado de atributos tales como la “Clase de Tráfico”, la tasa de bits máxima, tasa de bits garantizada, tasa de error de SDU, BER residual, retardo de transferencia, etc.

En el presente apartado se estudia la creación del servicio portador entre la MS y la UTRA (NodoB/RNC), Radio Bearer, lo cual está documentado en [89].

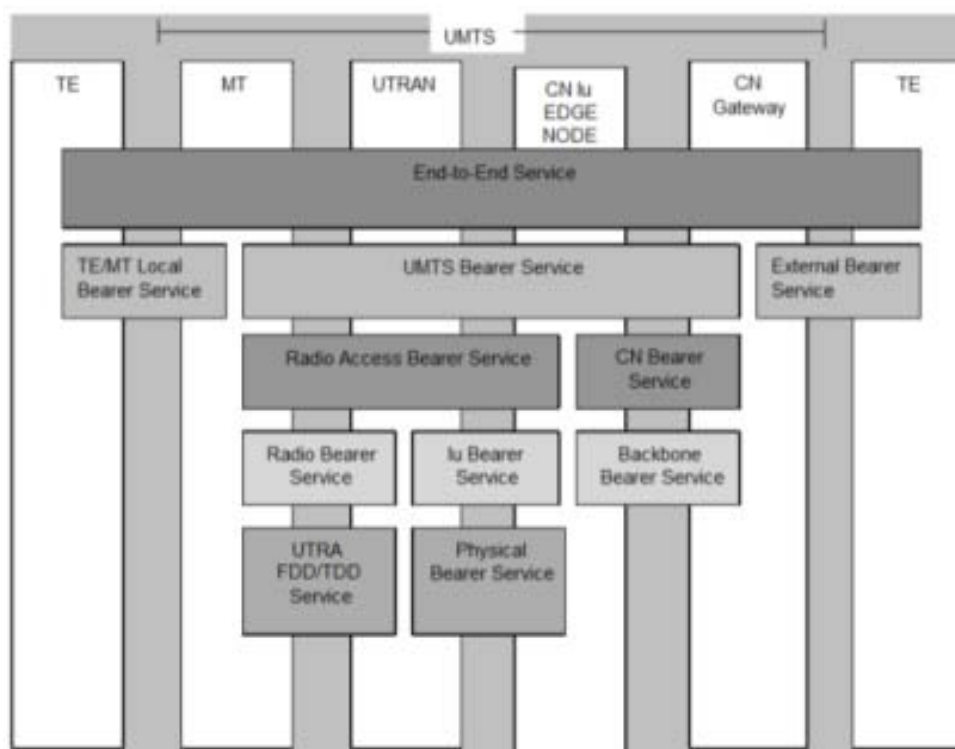


Gráfico 3-10 Definición de los tipos de portador “bearer”

Fuente: [93] Figura 4.1

3.1.2.3.8. Radio Bearer Setup

Enviado por la UTRAN hacia la MS, sobre un canal DCCH, para establecer un Radio Bearer nuevo. Puede incluir además modificaciones a las configuraciones de los canales de transporte y/o físicos. El contenido de este mensaje es extenso y se puede encontrar mayor detalle en [87] 10.2.33.

3.1.2.3.9. Radio Bearer Setup Complete

Enviado desde la MS hacia la UTRAN sobre un DCCH para confirmar el establecimiento del Radio Bearer. El contenido de este mensaje se encuentra en [87] 10.2.34.

3.1.2.3.10. Radio Bearer Setup Failure

Mensaje enviado por la MS hacia la UTRAN en el caso de que no se soporte la configuración de Radio Bearer propuesta por la UTRAN. Se envía sobre un canal DCCH. En la Tabla 3-9 consta el detalle de este mensaje.

3.1.2.3.11. Radio Bearer Setup Release

Enviado desde la UTRAN hacia la MS, sobre un DCCH, para liberar un Radio Bearer. Puede incluir modificaciones a los canales de transporte y físicos. Puede indicar la liberación simultanea de una conexión de señalización cuando la MS está conectada al dominio de más de una red core (CN).

Tabla 3-9
Radio Bearer Setup Failure

Nombre del Elemento/Grupo de información	Referencia respecto a [87]	Descripción semántica
Elementos de información UE		
RRC transaction identifier	10.3.3.36	<p>Las posibles causas de falla se especifican en [89] 10.3.3.13:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unsupported, • Physical channel failure, • Incompatible simultaneous reconfiguration, • Protocol error, • Compressed mode runtime error, • Cell update occurred, • Invalid configuration, • Configuration incomplete, • Unsupported measurement, • MBMS session already received correctly, • Lower priority MBMS service)
Integrity check info	10.3.3.16	
Failure cause	10.3.3.14	
Elementos de información RB		
Radio bearers for which reconfiguration would have succeeded	10.3.4.16	
Radio bearer for which reconfiguration would have succeeded		
Fuente:[87] 10.2.35		

En respuesta a este mensaje la MS puede responder a la UTRAN con uno de dos posibles mensajes, sobre el canal DCCH:

- Radio Bearer Release Complete.- Utilizado para indicar que la liberación del Radio bearer ha sido exitosa. Este mensaje se encuentra detallado en [89] 10.2.31.
- Radio Bearer Release Failure.-Enviado desde la MS hacia la UTRAN en caso de falla del procedimiento de liberación del Radio Bearer. Un elemento importante de este mensaje es “Failure Cause”, cuyos valores son los mismos que se indican para el elemento “Failure Cause” del mensaje Radio Bearer Setup Failure, Tabla 3-9. Mayor detalle de este mensaje se encuentra en [89] 10.2.32.

3.1.2.4. Proceso de una transferencia FTP

Una vez que se ha establecido el PDP Context (Attach, Authentication&Cipherring, PDP Context, Radio Bearer, PDP Context Complete), se tiene el camino listo para la transferencia de datos, en este caso FTP – File Transfer Protocol. Este protocolo está especificado principalmente en los RFC 959, RFC 2228, RFC 775, RFC 3659.

La herramienta TEMS DISCOVERY permite capturar los mensajes de capa superior a la red móvil, en archivos con extensión PCAP que pueden ser analizados en cualquier software de análisis de protocolo TCP/IP.

Analizando las tramas capturadas se observa que los protocolos dentro de la misma son los siguientes:

- Ethernet
- IP
- TCP
- FTP

Lo anterior se cumple para las tramas que incluyen mensajes FTP, caso contrario los protocolos llegan únicamente hasta TCP.

En el Gráfico 3-11 se observa el caso de una trama que incluye el protocolo FTP.

146RF1Q.PCAP [Wireshark 1.12.7 (v1.12.7-0-g7fc8978 from master-1.12)]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: ftp Expression... Clear Apply Save

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
18442	81.812500	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	101	Request: DELE 000072799727267_UE2_12_0.DAT
18434	81.531250	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	98	Request: LIST 000072799727267_UE2_*.DAT
12	1.375000	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	83	Request: PASS super.2014
17	1.937500	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	72	Request: PASV
14463	69.171875	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	72	Request: PASV
18429	81.390625	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	72	Request: PASV
18445	81.875000	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	72	Request: QUIT
22	2.078125	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	80	Request: RETR 10M.rar
14468	69.296875	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	101	Request: STOR 000072799727267_UE2_12_0.DAT
15	1.875000	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	74	Request: TYPE I
9	0.562500	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	81	Request: USER SUPTEL
18435	81.687500	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	146	Response: 150 Opening data channel for direc
23	2.171875	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	136	Response: 150 Opening data channel for file

Frame 22: 80 bytes on wire (640 bits), 80 bytes captured (640 bits)

Encapsulation type: Ethernet (I)

Arrival Time: Oct 22, 2015 13:37:38.468750000 Hora est. Pacifico, Sudamérica

[Time shift for this packet: 0.000000000 seconds]

Epoch Time: 1445539058.468750000 seconds

[Time delta from previous captured frame: 0.000000000 seconds]

[Time delta from previous displayed frame: 0.078125000 seconds]

[Time since reference or first frame: 2.078125000 seconds]

Frame Number: 22

Frame Length: 80 bytes (640 bits)

Capture Length: 80 bytes (640 bits)

[Frame is marked: False]

[Frame is ignored: False]

[Protocols in frame: eth:ethertype:ip:tcp:ftp]

[Coloring Rule Name: TCP]

[Coloring Rule String: tcp]

- Ethernet II, Src: Sierrawifi:fc:ae (00:a0:d5:ff:fc:ae), Dst: Radiolan_00:00:01 (00:a0:d4:00:00:01)
- Internet Protocol Version 4, Src: 10.63.157.202 (10.63.157.202), Dst: 200.24.208.66 (200.24.208.66)
- Transmission Control Protocol, Src Port: 2601 (2601), Dst Port: 21 (21), Seq: 47, Ack: 221, Len: 14
- File Transfer Protocol (FTP)

Gráfico 3-11 Trama que incluye el protocolo FTP.

Fuente: Software WIRESHARK, archivo obtenido de TEMS DISCOVERY

En el Gráfico 3-12 consta una trama que no incluye el protocolo FTP.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
22	2.078125	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	80	Request: RETR 10M.rar
14468	69.296875	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	101	Request: STOR 000072799727267_UE2_12_0.DAT
15	1.875000	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	74	Request: TYPE I
9	0.562500	10.63.157.202	200.24.208.66	FTP	81	Request: USER SUPRETEL
18435	81.687500	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	146	Response: 150 Opening data channel for direc
23	2.171875	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	136	Response: 150 Opening data channel for file
14469	69.390625	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	153	Response: 150 Opening data channel for file
16	1.937500	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	85	Response: 200 Type set to I
7	0.156250	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	103	Response: 220 =====
5	0.156250	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	91	Response: 220- OptAdvance
4	0.140625	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	103	Response: 220 =====
18446	81.937500	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	79	Response: 221 Goodbye
18427	80.375000	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	128	Response: 226 Successfully transferred "/000
18436	81.687500	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	125	Response: 226 Successfully transferred "/000
14233	64.546875	200.24.208.66	10.63.157.202	FTP	107	Response: 226 Successfully transferred "/10M

Frame 10004: 78 bytes on wire (624 bits), 78 bytes captured (624 bits) Encapsulation type: Ethernet (1) Arrival Time: Oct 22, 2015 13:38:22.078125000 Hora est. Pacífico, Sudamérica [Time shift for this packet: 0.000000000 seconds] Epoch Time: 1445539102.078125000 seconds [Time delta from previous captured frame: 0.000000000 seconds] [Time delta from previous displayed frame: 0.000000000 seconds] [Time since reference or first frame: 45.687500000 seconds] Frame Number: 10004 Frame Length: 78 bytes (624 bits) Capture Length: 78 bytes (624 bits) [Frame is marked: False] [Frame is ignored: False] [Protocols in frame: eth:ethertype:ip:tcp] [Coloring Rule Name: Bad TCP] [Coloring Rule String: tcp.analysis.is.flags && !tcp.analysis.window_update] Ethernet II, Src: SierraWi-ff:fc:ae (00:a0:d5:ff:fc:ae), Dst: Radiolan-00:00:01 (00:a0:d4:00:00:01) Internet Protocol Version 4, Src: 10.63.157.202 (10.63.157.202), Dst: 200.24.208.66 (200.24.208.66) Transmission Control Protocol, Src Port: 2602 (2602), Dst Port: 53967 (53967), Seq: 1, Ack: 8050414, Len: 0	
---	--

Gráfico 3-12 Trama que no incluye el protocolo FTP

Fuente: Software WIRESHARK, archivo obtenido de TEMS DISCOVERY

En lo relativo al protocolo FTP los mensajes incluidos para la descarga de una archivo de 10 MB (dirección IP 200.24.206.66), y posteriormente cargar un archivo de 1MB desde el equipo de prueba (dirección IP 10.63.157.202) son los que se presentan en el Gráfico 3-13.

El protocolo FTP, es un protocolo de la capa de servicios, existen varios mensajes que el usuario puede enviar al servidor requiriendo ciertas acciones, estos mensajes están detallados en el documento “[RFC 959](#) - File Transfer Protocol (FTP)”, los mismos que no se analizan en el presente documento ya que los mismos son manejados automáticamente por la herramienta de control del sistema SAMM.

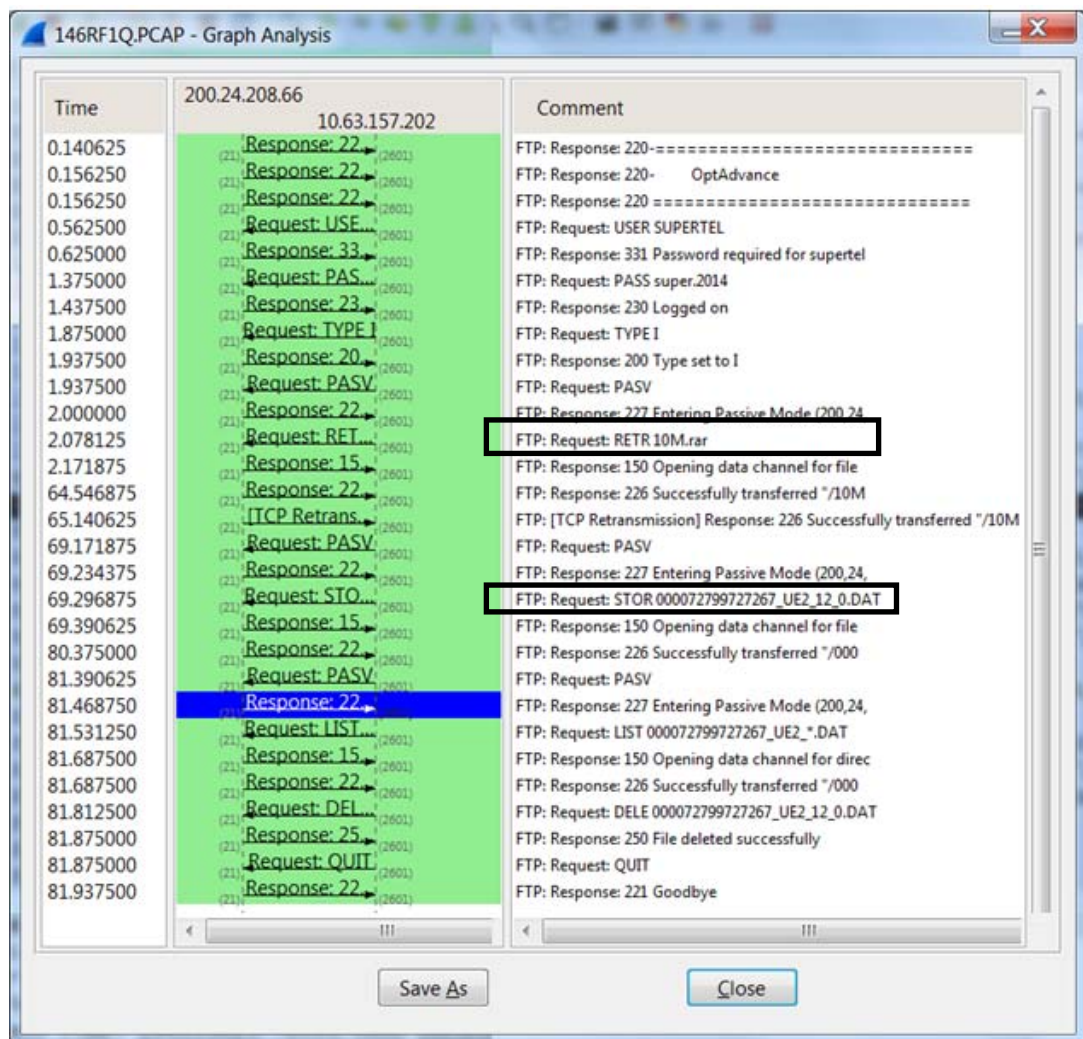


Gráfico 3-13 Mensajes FTP para descarga y carga de archivo
Fuente: Software WIRESHARK, archivo obtenido de TEMS DISCOVERY

Es importante el estudio de los códigos de respuesta que transmite el servidor al usuario, estos códigos informan acerca del éxito en la ejecución de los mensajes enviados por el usuario, o en muchos casos acerca de errores en la ejecución de los mismos.

Tabla 3-10
Clasificación de códigos FTP respecto del primer dígito

Código	Descripción
1XX	Respuesta preliminar positiva: el servidor inició la acción solicitada, espere otra respuesta antes de continuar con un comando nuevo.
2XX	Respuesta de terminación positiva: el servidor terminó con éxito la acción solicitada. El cliente puede iniciar una solicitud nueva.
3XX	Respuesta intermedia positiva: el servidor aceptó el comando pero la acción solicitada necesita más información.

4XX	Respuesta de terminación negativa transitoria (temporal): el servidor no aceptó el comando, y la acción solicitada no se efectuó.
5XX	Respuesta de terminación negativa permanente: el servidor no aceptó el comando y la acción solicitada no se efectuó.

Fuente:[94]

Los códigos, cuya longitud es de 3 dígitos, están divididos en grupos de acuerdo al primer y segundo dígito de los mismos, así, de acuerdo al primer dígito los mensajes se clasifican en 5 grupos, tal como se indica en la Tabla 3-10, mientras que la Tabla 3-11 contiene el detalle de la clasificación de los mensajes respecto del segundo dígito.

Tabla 3-11

Clasificación De los códigos de respuesta FTP respecto del segundo dígito

Código	Descripción
X0X	Sintaxis: estas respuestas se refieren a errores de sintaxis, comandos que están correctos en cuanto a la sintaxis pero que no caen dentro de ninguna categoría de función.
X1X	Información: estas respuestas se refieren a las solicitudes de información, como <i>estado</i> o <i>ayuda</i> .
X2X	Conexiones: estas respuestas se refieren a las conexiones de control y datos.
X3X	Autenticidad y contabilidad: estas respuestas son para el proceso de inicio de sesión y procedimientos contabilizadores.
X4X	Sin definir.
X5X	Sistema de archivos: estas respuestas indican el estado del sistema de archivos del servidor frente a la transferencia solicitada o a otra acción del sistema de archivos.

Fuente: [94]

Según la Tabla 3-10 los códigos cuyo primer dígito empieza con 4 o 5 indican problemas en la ejecución de los mensajes transmitidos por el usuario. Específicamente, los que inician con cuatro indican una condición temporal de error en la ejecución del comando, y que, a futuro pueden ser atendidos favorablemente. Para el caso de los códigos que inician con cinco la negativa en la ejecución del comando es de carácter permanente.

El estudio de la descripción detallada de cada código que inicia con 4 o 5 nos brindará información de la causa del error en la transacción FTP.

3.1.2.5. Proceso de una transferencia HTTP

Al igual que para el caso de FTP, el equipo de medición captura tramas que están conformadas por la pila de protocolos TCP/IP, esto es Ethernet/IP/TCP/HTTP, siendo el protocolo superior el correspondiente a la capa de servicios que en este caso es HTTP.

Los comandos requeridos para HTTP son menos que para el caso de FTP, se requiere además como servicio previo una consulta al servidor DNS para establecer la dirección IP de la página www.google.com.ec, que corresponde a la página HTTP a la que se requiere acceder, lo cual no sería necesario si se utiliza la dirección IP de la página web.

Tal como ocurrió con FTP existen códigos de respuesta desde el servidor que nos indicarán el estado del acceso al servicio. Entre los códigos que se pueden recibir se encuentran los códigos de error de Usuario y los códigos de error de Servidor. Los códigos de estatus HTTP están especificados en el RFC 2616, y algunos fragmentos en los estándares RFC 2518, RFC 2817, RFC 2295, RFC 2774 y RFC 4918.

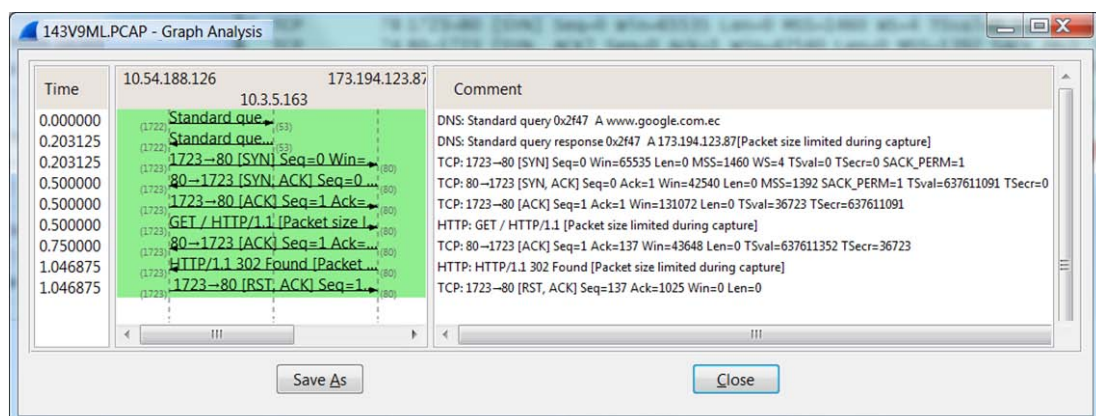


Gráfico 3-14 Mensajes HTTP para acceso a la página web www.google.com.ec
Fuente: Software WIRESHARK, archivo obtenido de TEMS DISCOVERY

3.2. Definición de los parámetros de calidad de servicio adecuados para las redes móviles de datos existentes en el Ecuador.

Una vez realizado el análisis de las tecnologías existentes en Ecuador, los parámetros de calidad aplicables a nivel internacional, características del equipo de medición existente y recomendaciones internacionales, en el presente acápite se plantean los parámetros aplicables a las redes de datos móviles en nuestro país.

Como criterio preponderante se ha considerado incluir parámetros que sean de fácil entendimiento para los usuarios de los servicios móviles de datos.

Bajo los criterios antes citados se ha planteado los siguientes parámetros técnicos tomando como base a aquellos especificados en “2.3 Parámetros de Calidad aplicables a los servicios de datos en redes móviles”.

Pruebas de datos FTP {download|upload}

- Porcentaje de accesos exitosos al servicio FTP (%)
- Tiempo de acceso al servicio FTP (s)
- Porcentaje de Sesiones FTP Exitosas (%)
- Porcentaje de Sesiones FTP Fallidas (%)
- Tasa media de datos FTP (Kbps)

Pruebas de datos HTTP

- Porcentaje de Sesiones HTTP Exitosas (%)
- Tasa media de datos HTTP (Kbps)

No se toma en cuenta el parámetro “latencia” relacionado con el servicio PING, debido a que es un parámetro técnico sin un significado claro para el usuario.

Para el caso de HTTP se ha seleccionado únicamente el porcentaje de sesiones HTTP exitosas, ya que el tamaño de datos que se descarga desde el servidor es muy pequeño respecto a la velocidad del canal. Se ha incluido además el parámetro velocidad de datos HTTP, únicamente como referencia.

3.2.1. Porcentaje de Accesos exitosos al servicio FTP {download|upload}

Referencia: Parámetro definido en 2.3.1.1, método A.

Unidad: Porcentaje (%)

Inicio: Envío del mensaje "Attach Request" por parte del equipo móvil

Fin: Recepción del mensaje ACK SEQ=1 ACK= 1 del primer paquete de datos, desde el servidor al móvil luego del requerimiento del archivo, se considera como una prueba exitosa. Ver Gráfico 3-25.

3.2.2. Tiempo de acceso al servicio FTP {download|upload}

Referencia: Parámetro definido en 2.3.1.2, método A.

Unidad: El parámetro se da en segundos (s)

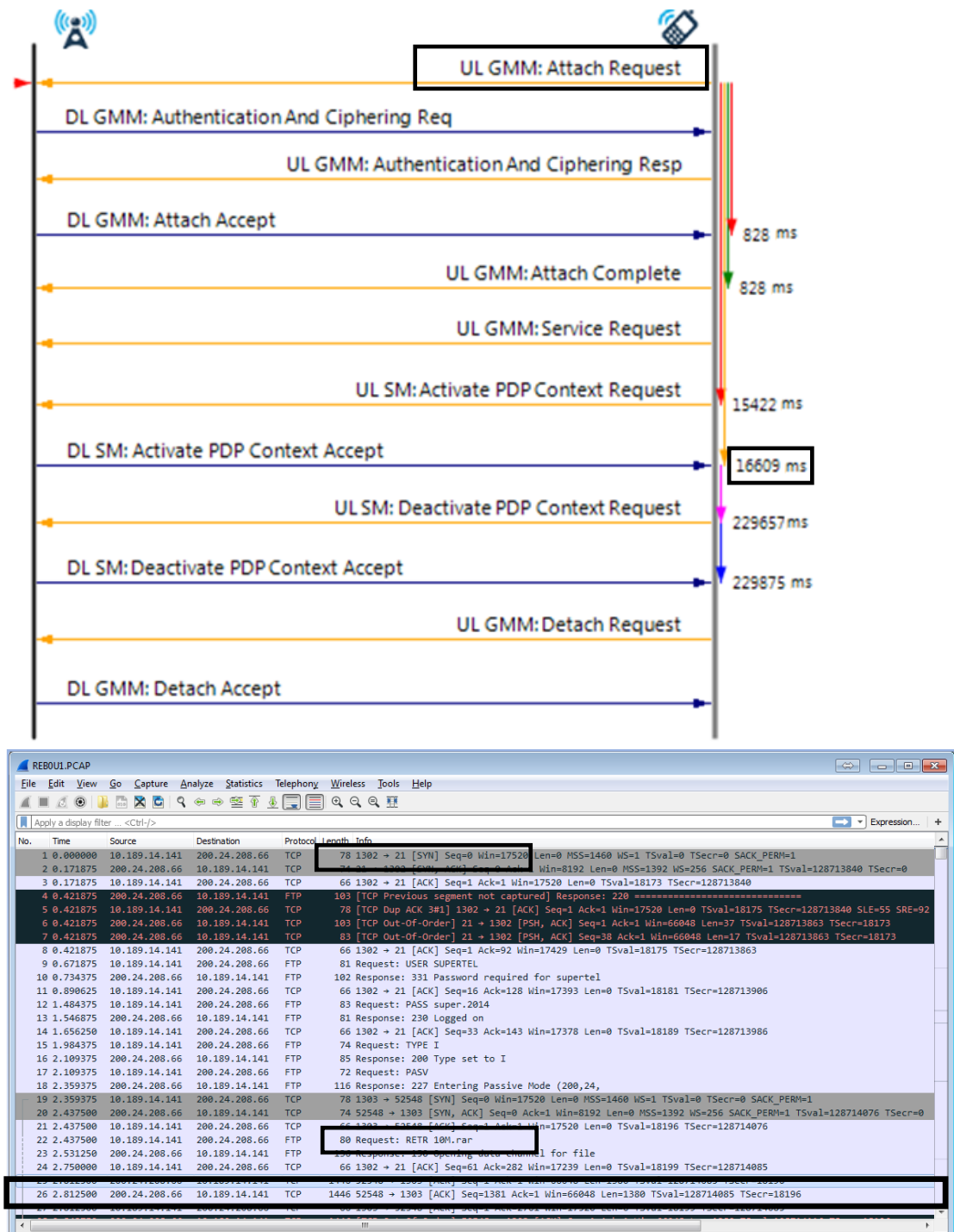
Requisitos: Acceso exitoso al servicio FTP.

Inicio: Mensaje "Attach Request" originado por el equipo móvil.

Fin: Mensaje ACK, originado en el móvil, del último paquete de datos.

Cálculo: Suma del tiempo medido desde el envío del mensaje "Attach Request" por parte del equipo móvil hasta que se recibe el mensaje "Activate PDP Context Accept", 16609 ms según Gráfico 3-25, y el tiempo que transcurre desde el envío

del primer mensaje “SYN” hasta la recepción del primer paquete de datos FTP desde el servidor, 2.81 s según Gráfico 3-25, esto es el mensaje “ACK Seq=1 ACK= 1”. Por tanto el valor de este parámetro para el ejemplo es de 19.42 s.



3.2.3. Porcentaje de Sesiones FTP Exitosas (%), Porcentaje de Sesiones FTP Fallidas (%) {download|upload}

Referencia: Parámetro definido en 2.3.1.3, método A.

Unidad: Porcentaje (%)

Inicio: Mensaje “Attach Request” originado por parte del móvil.

Fin: Envío del mensaje “ACK” anterior al mensaje “FIN,ACK”, desde el móvil.

Cálculo: Una sesión exitosa se da cuando se detecta el mensaje “ACK” anterior al mensaje “FIN,ACK”, si no existe este último mensaje se considera como sesión no exitosa o fallida, ver **Gráfico 3-16**.

The image shows a Wireshark packet capture of an FTP session. The packet list pane displays several packets, with packet 14067 highlighted. The packet details pane shows the structure of the FIN, ACK packet, including Ethernet II, Internet Protocol Version 4, and Transmission Control Protocol fields. The packet bytes pane shows the raw data in hexadecimal and ASCII.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
14051	132.359375	10.189.14.141	200.24.208.66	TCP	66	1303 → 52548 [ACK] Seq=1 Ack=11663101 Win=17520 Len=0 TSval=19496 TSecr=128727063
14052	132.359375	200.24.208.66	10.189.14.141	TCP	1446	52548 → 1303 [ACK] Seq=11663101 Ack=1 Win=66048 Len=1380 TSval=128727063 TSecr=19493
14053	132.359375	200.24.208.66	10.189.14.141	TCP	1446	52548 → 1303 [PSH, ACK] Seq=11664481 Ack=1 Win=66048 Len=1380 TSval=128727063 TSecr=19493
14054	132.359375	10.189.14.141	200.24.208.66	TCP	66	1303 → 52548 [ACK] Seq=1 Ack=11665861 Win=17520 Len=0 TSval=19496 TSecr=128727063
14055	132.375000	200.24.208.66	10.189.14.141	TCP	1446	52548 → 1303 [ACK] Seq=11665861 Ack=1 Win=66048 Len=1380 TSval=128727063 TSecr=19493
14056	132.375000	200.24.208.66	10.189.14.141	TCP	1446	52548 → 1303 [ACK] Seq=11667241 Ack=1 Win=66048 Len=1380 TSval=128727063 TSecr=19493
14057	132.375000	10.189.14.141	200.24.208.66	TCP	66	1303 → 52548 [ACK] Seq=1 Ack=11668621 Win=17520 Len=0 TSval=19496 TSecr=128727063
14058	132.375000	200.24.208.66	10.189.14.141	TCP	1446	52548 → 1303 [ACK] Seq=11668621 Ack=1 Win=66048 Len=1380 TSval=128727063 TSecr=19493
14059	132.375000	10.189.14.141	200.24.208.66	TCP	66	1303 → 52548 [ACK] Seq=1 Ack=11670001 Win=16140 Len=0 TSval=19496 TSecr=128727063
14060	132.390625	200.24.208.66	10.189.14.141	TCP	1446	52548 → 1303 [ACK] Seq=11670001 Ack=1 Win=66048 Len=1380 TSval=128727063 TSecr=19493
14061	132.390625	200.24.208.66	10.189.14.141	TCP	1446	52548 → 1303 [ACK] Seq=11671381 Ack=1 Win=66048 Len=1380 TSval=128727063 TSecr=19493
14062	132.390625	10.189.14.141	200.24.208.66	TCP	66	1303 → 52548 [ACK] Seq=1 Ack=11672761 Win=17520 Len=0 TSval=19496 TSecr=128727063
14063	132.406250	200.24.208.66	10.189.14.141	TCP	1446	52548 → 1303 [ACK] Seq=11672761 Ack=1 Win=66048 Len=1380 TSval=128727065 TSecr=19493
14064	132.406250	10.189.14.141	200.24.208.66	TCP	66	1303 → 52548 [ACK] Seq=1 Ack=11674141 Win=16140 Len=0 TSval=19496 TSecr=128727065
14066	132.406250	10.189.14.141	200.24.208.66	TCP	66	1303 → 52548 [ACK] Seq=1 Ack=11675452 Win=17520 Len=0 TSval=19496 TSecr=128727065
14067	132.531250	10.189.14.141	200.24.208.66	TCP	66	1303 → 52548 [FIN, ACK] Seq=1 Ack=11675452 Win=17520 Len=0 TSval=19497 TSecr=128727065
14069	135.531250	10.189.14.141	200.24.208.66	FTP	72	Request: PASV
14070	135.750000	200.24.208.66	10.189.14.141	FTP	116	Response: 227 Entering Passive Mode (200,24,208,66)
14071	135.750000	10.189.14.141	200.24.208.66	TCP	78	1327 → 52559 [SYN] Seq=0 Win=17520 Len=0 MSS=1460 WS=1 TSval=0 TSecr=0 SACK_PERM=1
14072	135.859375	10.189.14.141	200.24.208.66	TCP	66	1302 → 21 [ACK] Seq=67 Ack=373 Win=17148 Len=0 TSval=19531 TSecr=128727393
14073	135.859375	200.24.208.66	10.189.14.141	TCP	74	52559 → 1327 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=8192 Len=0 MSS=1392 WS=256 SACK_PERM=1 TSval=19531 TSecr=128727393
14074	135.859375	10.189.14.141	200.24.208.66	TCP	66	1327 → 52559 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=17520 Len=0 TSval=19531 TSecr=128727393

Frame 14051: 66 bytes on wire (528 bits), 66 bytes captured (528 bits) on interface 0
 Ethernet II, Src: SierraWi_ff:ff:ae (00:a0:d5:ff:ff:ae), Dst: Radiolan_00:00:01 (00:a0:d4:00:00:01)
 Internet Protocol Version 4, Src: 10.189.14.141, Dst: 200.24.208.66
 Transmission Control Protocol, Src Port: 1303 (1303), Dst Port: 52548 (52548), Seq: 1, Ack: 11663101, Len: 0

0000 00 a0 d4 00 00 01 00 a0 d5 ff ff ae 08 00 45 00E.
 0010 00 34 94 0e 00 00 00 06 f5 10 0a bd 0e 8d c8 18 .4.....
 0020 d0 42 05 17 cd 44 68 b8 aa 78 22 19 7d 99 80 10 .B...Dh. .x").
 0030 44 70 6f 7d 00 00 01 01 08 0a 00 00 4c 28 07 ac Dpo)....L(...
 0040 38 17 8.

Gráfico 3-16 Mensajería de una sesión de datos FTP
 Fuente: Elaboración propia – software Tems Discovery y Wireshark

3.2.4. Tiempo de duración de la sesión FTP (s) {download|upload}

Referencia: Parámetro definido en 2.3.1.4, se evalúa con el método A

Unidad: segundo (s)

Requisito: Este parámetro se evalúa únicamente si la sesión fue exitosa, esto es existe el mensaje "FIN, ACK".

Inicio: Recepción del primer paquete de datos, mensaje "ACK SEQ=1 ACK= 1", enviado desde el móvil.

Fin: Recepción del último paquete de datos, mensaje "ACK", anterior al mensaje "FIN,ACK".

Cálculo: La evaluación se inicia con la medición del tiempo que transcurre desde el mensaje "SYN" hasta el mensaje "ACK SEQ=1 ACK= 1", 2.81s según Gráfico 3-25, tiempo que se resta al que transcurre desde el mensaje "SYN" del protocolo TCP, hasta el mensaje "ACK", anterior al mensaje "FIN,ACK"; 132.41 segundos según Gráfico 3-16. El tiempo de duración de la sesión FTP será de 129.6s.

3.2.5. Tasa media de datos FTP (Kbps) {download|upload}

Referencia: Parámetro definido en 2.3.1.5., método A.

Unidad: kilobits por segundo (kps)

Requisitos: Se ha iniciado y finalizado una sesión de datos servicio FTP de manera exitosa.

Inicio: Recepción del mensaje “ACK” del primer paquete de datos, punto “FIN” en el Gráfico 3-25.

Fin: Mensaje “ACK” del último paquete de datos, mensaje anterior al mensaje “FIN, ACK”, punto “FIN” **Gráfico 3-16**.

Cálculo: Relación entre el número total de bits o kilobits recibidos del servidor en el intervalo de evaluación dividido para el tiempo de duración de la sesión FTP.

3.2.6. Porcentaje de Sesiones HTTP Exitosas (%)

Referencia: Parámetro definido en 2.3.2.3, método A.

Unidad: Porcentaje (%)

Inicio: Originación del mensaje “Attach Request” por parte del móvil.

Fin: Envío del mensaje “RST” luego del mensaje “RST, ACK”, desde el móvil, punto “INICIO” Gráfico 3-17.

Cálculo: Una sesión exitosa se da cuando se detecta el mensaje “RST” luego del mensaje “RST, ACK”, si no existe esta combinación se considera como sesión no exitosa o fallida, punto “FIN” Gráfico 3-18.

3.2.7. Tasa media de datos HTTP (Kbps) {download|upload}

Referencia: Parámetro definido en 2.3.2.5., método A.

Unidad: kilobits por segundo (kps)

Requisitos: Se ha iniciado y finalizado una sesión de datos servicio HTTP de manera exitosa.

Inicio: Recepción del primer mensaje “HTTP/1.1” desde el servidor hacia el móvil, punto “INICIO” en el Gráfico 3-18.

Fin: Mensaje “RST” luego de un mensaje “RST, ACK”, enviados desde el móvil al servidor, punto “FIN” Gráfico 3-18.

Cálculo: Relación entre el número total de bits o kilobits recibidos del servidor en el intervalo de evaluación dividido para el tiempo de duración de la sesión HTTP entre los dos puntos.

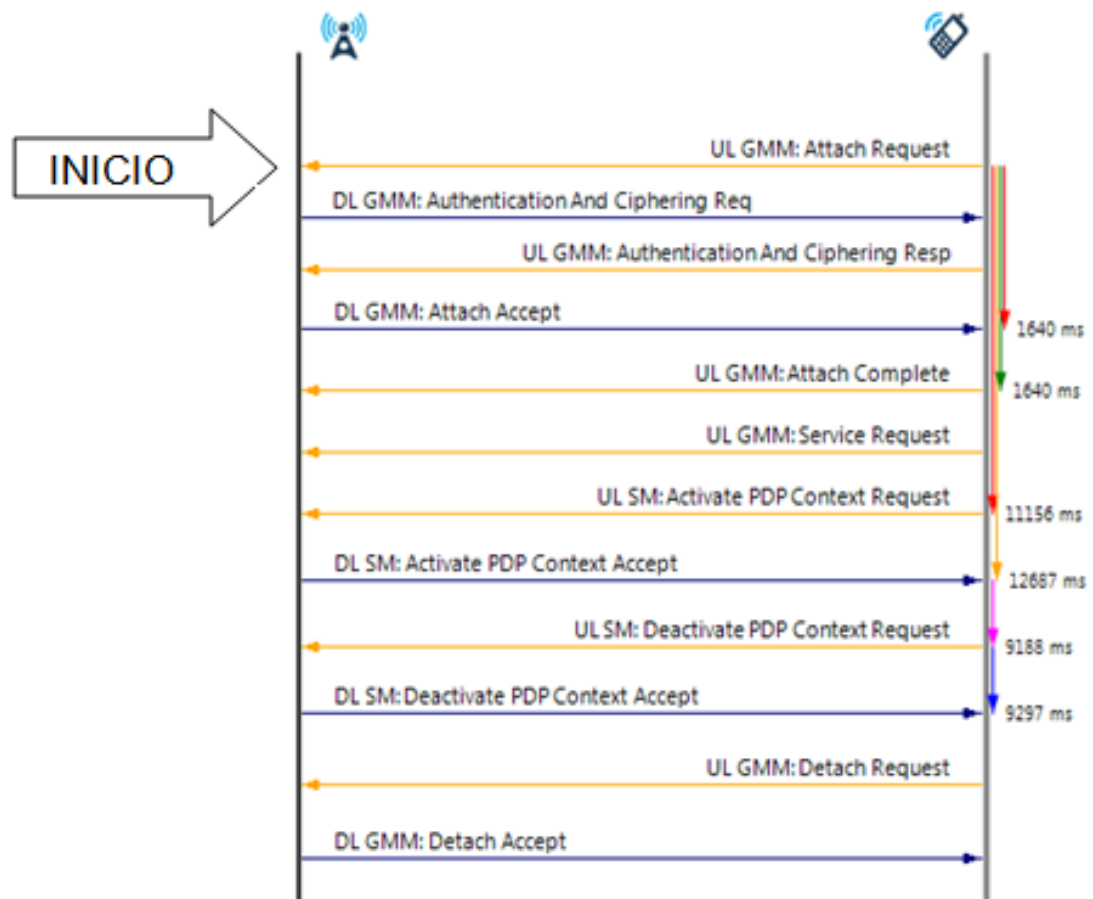


Gráfico 3-17 Mensajes capa 3 de una sesión de datos móvil HTTP
Fuente: Elaboración propia – software Tems Discovery

RDHU07.PCAP							
File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help							
Apply a display filter ... <Ctrl-F>							
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info	
1	0.000000	10.189.154.48	216.58.192.68	TCP	78	1126 → 80 [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=1460 WS=4 TSval=0 TSecr=0	
2	0.562500	10.189.154.48	10.189.154.63	NBNS	110	Registration NB MTU99727137<00>[Packet size limited during capture]	
3	0.875000	216.58.192.68	10.189.154.48	TCP	74	80 → 1126 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=42540 Len=0 MSS=1392 SACK_PERM=0	
4	0.875000	10.189.154.48	216.58.192.68	TCP	66	1126 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=131072 Len=0 TSval=4226 TSecr=67328	
5	0.875000	216.58.192.68	10.189.154.48	TCP	74	[TCP Out-Of-Order] 80 → 1126 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=42540 Len=0	
6	0.875000	10.189.154.48	216.58.192.68	TCP	66	[TCP Dup ACK 4#1] 1126 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=131072 Len=0 TSva	
7	0.875000	10.189.154.48	216.58.192.68	HTTP	198	GET / HTTP/1.1 [Packet size limited during capture]	
8	1.187500	216.58.192.68	10.189.154.48	TCP	66	80 → 1126 [ACK] Seq=1 Ack=133 Win=43648 Len=0 TSval=673286284 TSecr	
9	1.312500	10.189.154.48		NBNS	110	Registration NB MTU99727137<00>[Packet size limited during capture]	
10	1.343750	216.58.192.68		HTTP	606	HTTP/1.1 301 Moved Permanently [Packet size limited during capture]	
11	1.343750	10.189.154.48		TCP	54	1126 → 80 [RST, ACK] Seq=133 Ack=541 Win=0 Len=0	
12	1.343750	10.189.154.48	10.3.5.163	DNS	74	Standard query 0x8c97 A www.google.com	
13	1.453125	10.3.5.163	10.189.154.48	DNS	170	Standard query response 0x8c97 A www.google.com A 74.125.141.103[Pa	
14	1.453125	10.189.154.48	74.125.141.103	TCP	78	1128 → 80 [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=1460 WS=4 TSval=0 TSecr=0	
15	1.625000	74.125.141.103	10.189.154.48	TCP	74	80 → 1128 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=42780 Len=0 MSS=1392 SACK_PERM	
16	1.625000	10.189.154.48	74.125.141.103	TCP	66	1128 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=131072 Len=0 TSval=4232 TSecr=21312	
17	1.625000	10.189.154.48	74.125.141.103	HTTP	199	GET / HTTP/1.1 [Packet size limited during capture]	
18	1.890625	74.125.141.103	10.189.154.48	TCP	66	80 → 1128 [ACK] Seq=1 Ack=134 Win=43904 Len=0 TSval=213123438 TSecr	
19	2.062500	10.189.154.48	10.189.154.63	NBNS	110	Registration NB MTU99727137<00>[Packet size limited during capture]	
20	2.125000	74.125.141.103	10.189.154.48	HTTP	545	HTTP/1.1 302 Found [Packet size limited during capture]	
21	2.125000	10.189.154.48	74.125.141.103	TCP	54	1128 → 80 [RST, ACK] Seq=134 Ack=480 Win=0 Len=0	
22	2.125000	10.189.154.48	10.3.5.163	DNS	77	Standard query 0x343c A www.google.com.ec	
23	2.218750	10.3.5.163	10.189.154.48	DNS	93	Standard query response 0x343c A www.google.com.ec A 74.125.141.94	
24	2.218750	10.189.154.48	74.125.141.94	TCP	78	1130 → 80 [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=1460 WS=4 TSval=0 TSecr=0	
25	2.421875	74.125.141.94	10.189.154.48	TCP	74	80 → 1130 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=42780 Len=0 MSS=1392 SACK_PERM	
26	2.421875	10.189.154.48	74.125.141.94	TCP	66	1130 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=131072 Len=0 TSval=4241 TSecr=22274	
27	2.421875	10.189.154.48	74.125.141.94	HTTP	238	[Packet size limited during capture]	
28	2.640625	74.125.141.94	10.189.154.48	TCP	66	80 → 1130 [ACK] Seq=1 Ack=173 Win=43904 Len=0 TSval=222747373 TSecr	
29	2.812500	10.189.154.48	10.189.154.63	NBNS	110	Registration NB WORKGROUP<00>[Packet size limited during capture]	
30	3.046875	74.125.141.94	10.189.154.48	HTTP	993	HTTP/1.1 302 Found [Packet size limited during capture]	
31	3.046875	10.189.154.48	74.125.141.94	TCP	54	1130 → 80 [RST, ACK] Seq=173 Ack=928 Win=0 Len=0	
32	3.156250	74.125.141.94		HTTP	993	[TCP Window Full] [TCP Spurious Retransmission] HTTP/1.1 302 Found	
33	3.156250	10.189.154.48		TCP	54	1130 → 80 [RST] Seq=173 Win=0 Len=0	
34	3.562500	10.189.154.48	10.189.154.63	NBNS	110	Registration NB WORKGROUP<00>[Packet size limited during capture]	
35	4.312500	10.189.154.48	10.189.154.63	NBNS	110	Registration NB WORKGROUP<00>[Packet size limited during capture]	

Gráfico 3-18 Mensajes TCP/IP de una sesión de datos HTTP exitoso

Fuente: Elaboración propia – software Wireshark

CAPITULO 4 MEDICIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO EN REDES DE DATOS MÓVILES

4.1. Definición del procedimiento de configuración de equipos para la medición de calidad de servicio en redes de datos móviles.

En el presente apartado se realiza la descripción de la configuración del equipo de medición enfatizando en los aspectos más importantes que deben ser tomados en cuenta, se asume un conocimiento básico de la configuración de los equipos:

4.1.1. Verificación de Operatividad

El primer paso consiste en verificar que el equipo se encuentra operativo, lo cual se lo realiza en los eventos que reporta la unidad, especialmente con la fecha y hora del último evento:

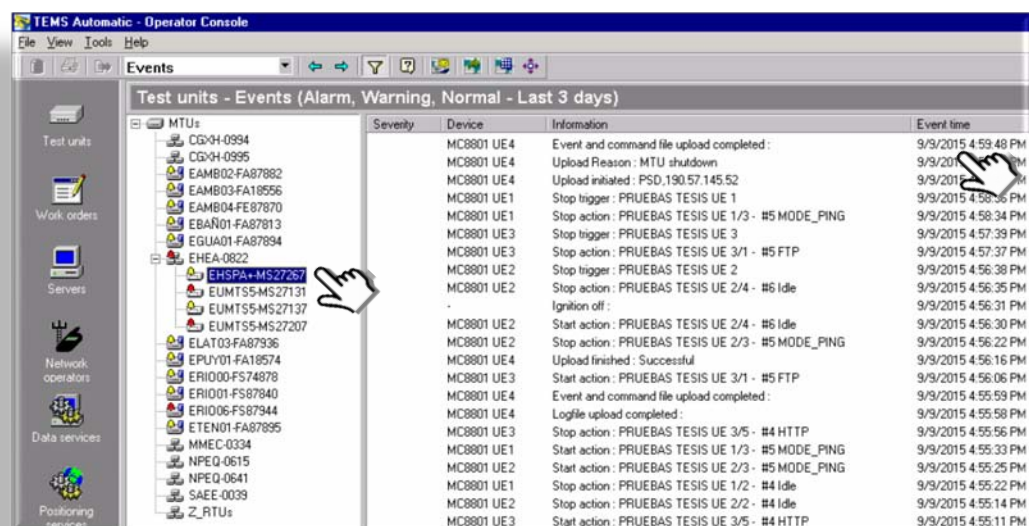


Gráfico 4-1 verificación de operatividad de órdenes de trabajo
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console

4.1.2. Constatación Órdenes de trabajo en Operación

El siguiente paso es verificar las órdenes de trabajo en ejecución, opción desplegable “Work Order History”, las que se hallan en estado RUNNING, son aquellas que se están ejecutando, Gráfico 4-2:

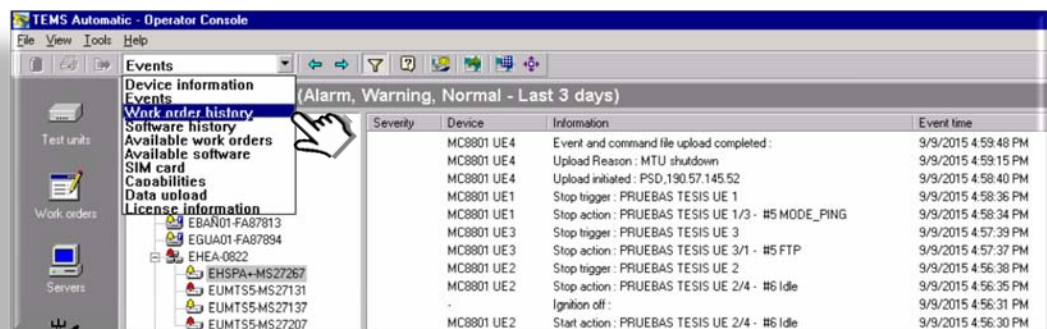


Gráfico 4-2 Verificar ordenes de trabajo ejecutándose.
Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Detener Órdenes de Trabajo

Se detienen las órdenes de trabajo, con click derecho en el nombre de la Work Order, en este caso “PRUEBAS TESIS UE 1”, y se elige la opción stop:

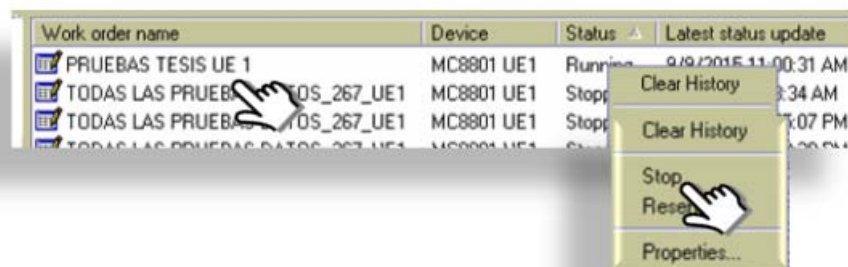


Gráfico 4-3 Detener una orden de trabajo.
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console

4.1.4. Ingreso a Configurar Órdenes de Trabajo

Ingresamos a la ventana para configurar Órdenes de Trabajo, opción “Work Orders”, Gráfico 4-4:

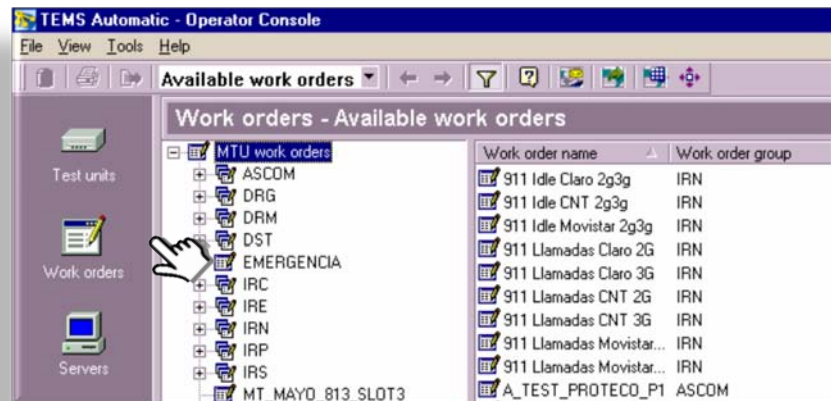


Gráfico 4-4 Acceso a la carpeta de órdenes de trabajo.
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console.

Con el botón derecho del ratón en la carpeta adecuada creamos una nueva Orden de Trabajo, Gráfico 4-5 :

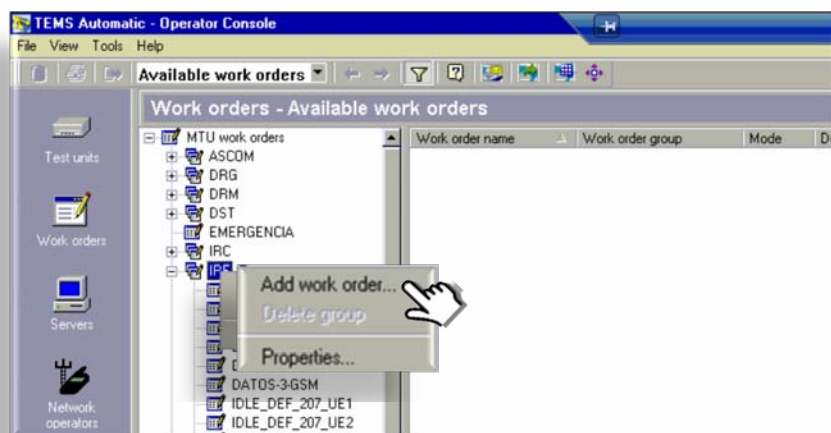


Gráfico 4-5 Creación de nueva orden de trabajo
Fuente: Elaboración propia – Tems Operartor Console

En la ventana emergente se editan las actividades de la Orden de Trabajo, lo primero es el nombre que se le da, para este ejemplo “PRUEBA WORKORDER”.

Luego se elige la opción ADD para agregar actividades. La opción EDIT permite editar una actividad existente; y, con la opción DELETE se puede borrar una actividad existente:



Gráfico 4-6 Nombre de la orden de trabajo.
Fuente: Elaboración propia – Tets Operator Console.

Aparecerá una nueva ventana con las tareas disponibles, ventana "Measurement", y los parámetros aplicables a cada una de ellas, ventana "Parameters":

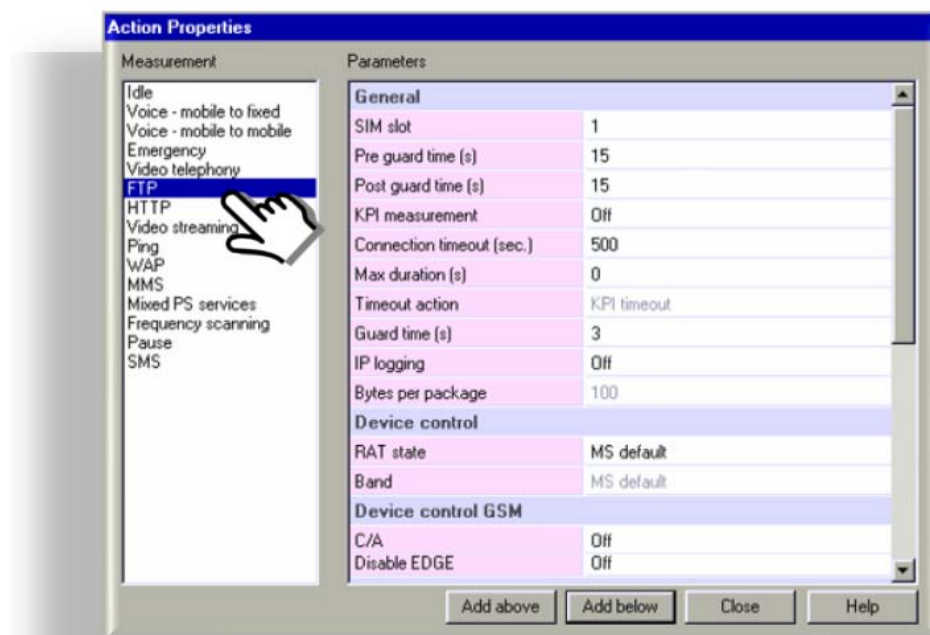


Gráfico 4-7 Inserción de una actividad FTP
Fuente: Elaboración propia – Tera Operator Console

4.1.5. Prueba FTP

Para el caso de la prueba FTP, los parámetros a considerar en la configuración son los siguientes:

4.1.5.1. IP LOGGING.-

Indica si se debe almacenar la información de protocolo TCP/IP, en caso de escoger la opción “ON” se va a generar un archivo con extensión “PCAP” que se podrá analizar en cualquier software de análisis del protocolo TCP, tal como Wireshark. La desventaja se encuentra en que el archivo PCAP puede ser tan extenso como el archivo FTP que se esté descargando o subiendo desde el servidor, y esto significa mayor tráfico hacia el servidor del sistema de medición.

Gráfico 4-8.

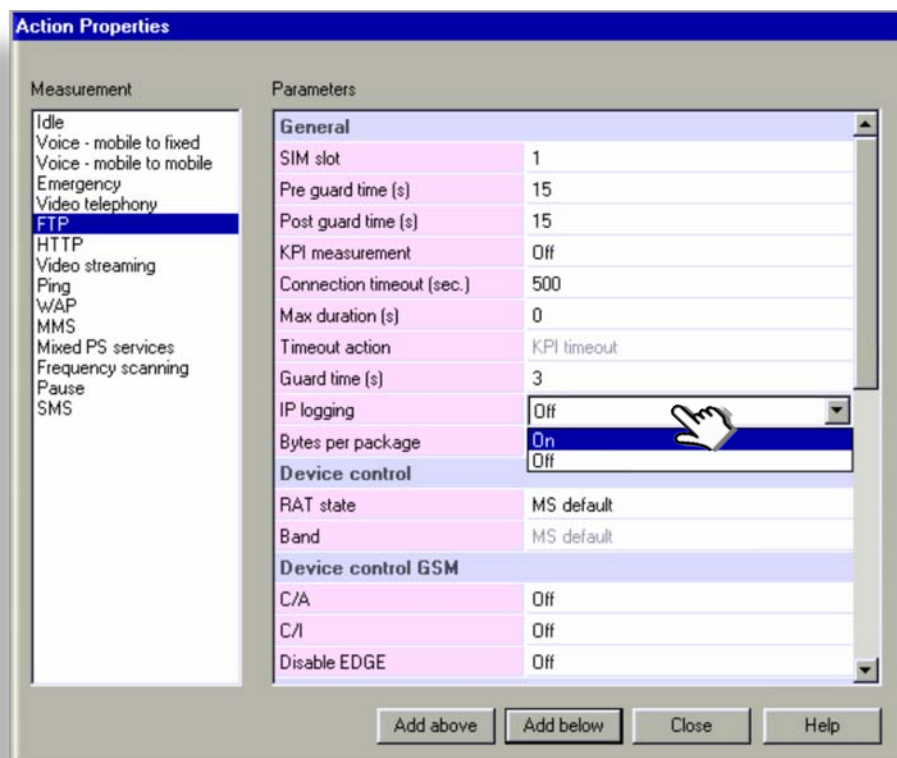


Gráfico 4-8 Selección de la opción IP logging
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console

4.1.5.2. RAT STATE

Radio Access Technology State.- Permite bloquear la tecnología de operación del equipo de prueba. Gráfico 4-9.

4.1.5.2.1. MS DEFAULT

Modo de operación normal de un equipo celular. Selecciona automáticamente la mejor tecnología disponible.

4.1.5.2.2. GSM

El equipo trabaja únicamente con tecnología GSM, y otras tecnologías 2G, tales como GPRS y EDGE.

4.1.5.2.3. WCDMA

El equipo trabaja únicamente con tecnología WCDMA y demás tecnología 3G, como HSDPA, HSUPA, HSPA.

4.1.5.2.4. LTE

El equipo trabaja únicamente con tecnología LTE y LTE ADVANCED, en todas sus versiones.

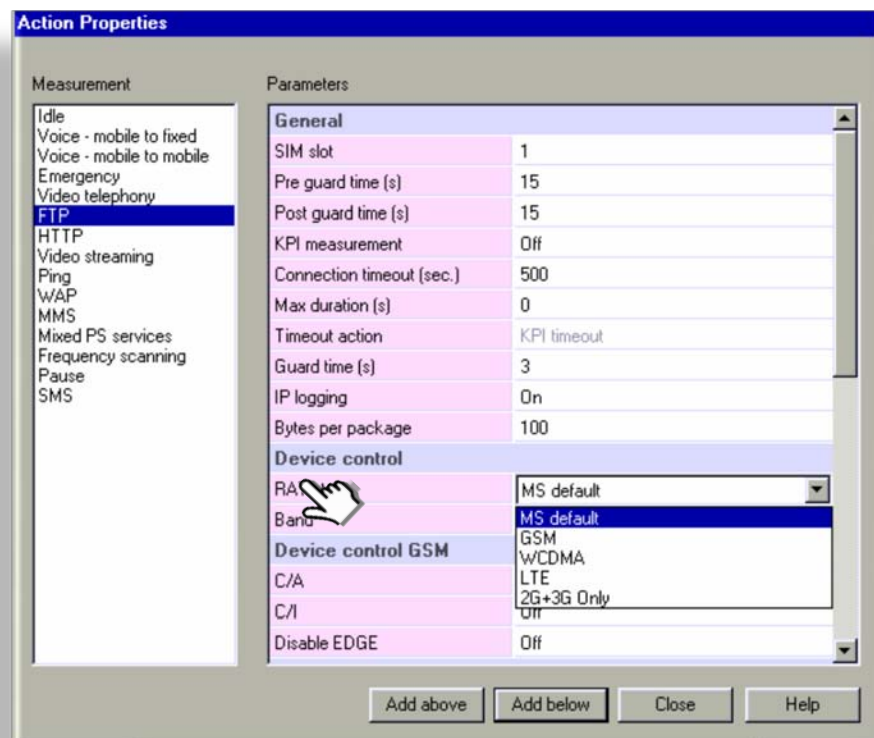


Gráfico 4-9 Selección de la tecnología (RAT STATE)
Fuente: Elaboración propia – Tera Operator Console

4.1.5.3. BAND

Esta opción permite bloquear al equipo para trabajar en una sola banda: MS DEFAULT, 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz. Las bandas

seleccionables para nuestro país son 850 MHz y 1900 MHz. Esta opción se habilita únicamente si se selecciona una tecnología de operación.

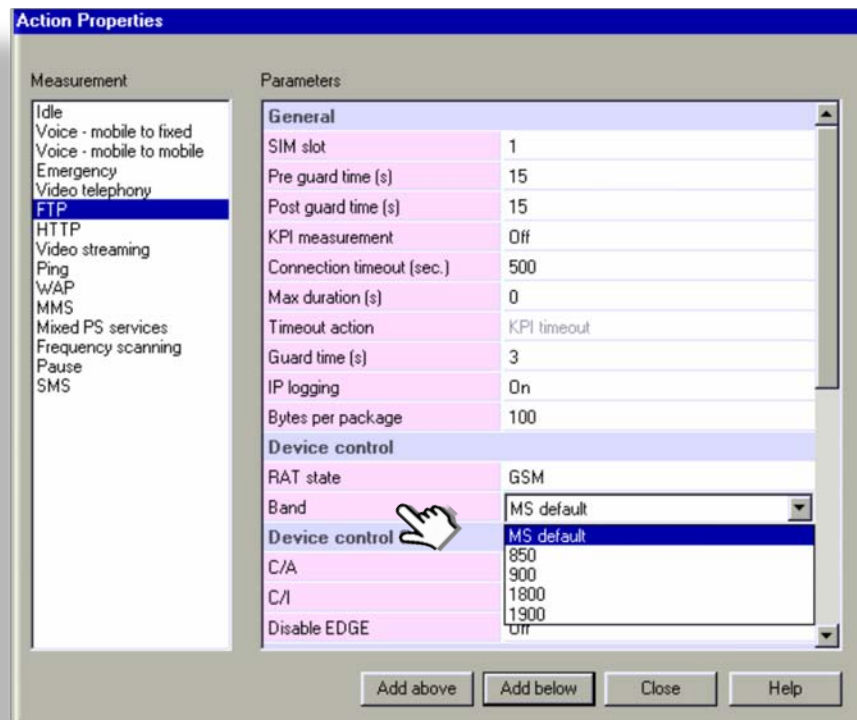


Gráfico 4-10 Selección de banda de operación
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console

4.1.5.4. ACCESS NODE

Selecciona el Nodo de Acceso con el cual va a trabajar el equipo, básicamente corresponde a la configuración del APN (Access Point Node). Los nodos de acceso se configuran previamente en el apartado “DATA SERVICES”. Este parámetro debe estar de acuerdo a la SIMMCARD seleccionada.

4.1.5.5. FTP SPECIFIC

Permite configurar parámetros específicos de la prueba FTP.

4.1.5.5.1. Mode

Modo de operación de la sesión FTP, generalmente “Passive”.

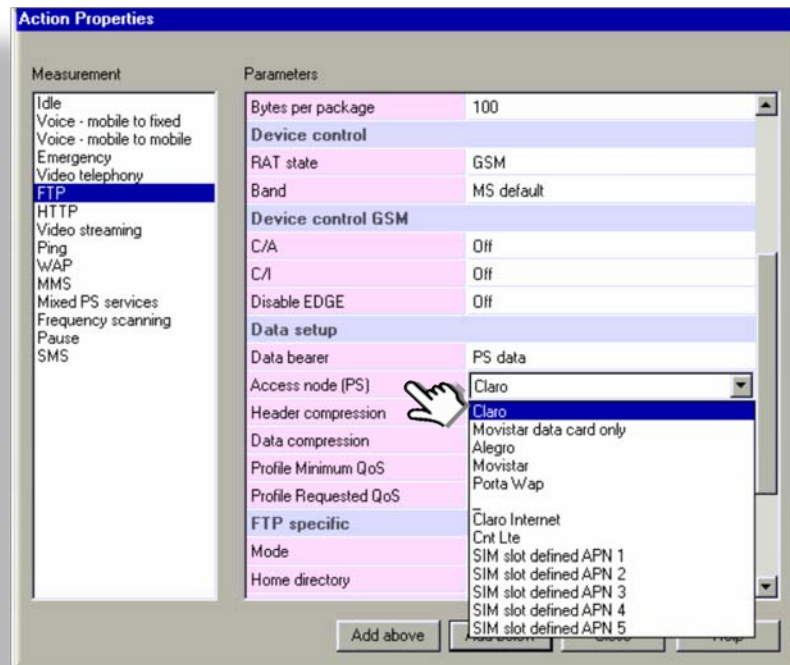


Gráfico 4-11 Selección de Access Node

Fuente: Elaboración propia – TMS Operator Console

4.1.5.5.2. Home Directory

El directorio de trabajo en el directorio FTP, desde donde se van a descargar o grabar los archivos de prueba.

4.1.5.5.3. No. Of files to get

Indica el número de veces que se va a descargar el archivo de prueba desde el servidor.

4.1.5.5.4. File Name to Get

Nombre del archivo que se va a descargar del servidor FTP, y que está ubicado en el directorio de trabajo.

4.1.5.5.5. No. Of files to put

Número de veces que se grabará el archivo en el servidor, directorio de trabajo.

4.1.5.5.6. Size of Files to put (kB)

Indica el tamaño del archivo a grabar en el servidor, directorio de trabajo. El sistema genera un archivo automáticamente para grabar en el servidor.

4.1.5.5.7. No. of parallel transfers

Permite seleccionar el número de cargas o descargas que se realizan en paralelo hacia el servidor FTP.

4.1.5.5.8. Data Node

Selección del servidor FTP con el que se va a trabajar. Las características del servidor se configuran previamente en la opción “DATA SERVICES”, Gráfico 4-12.

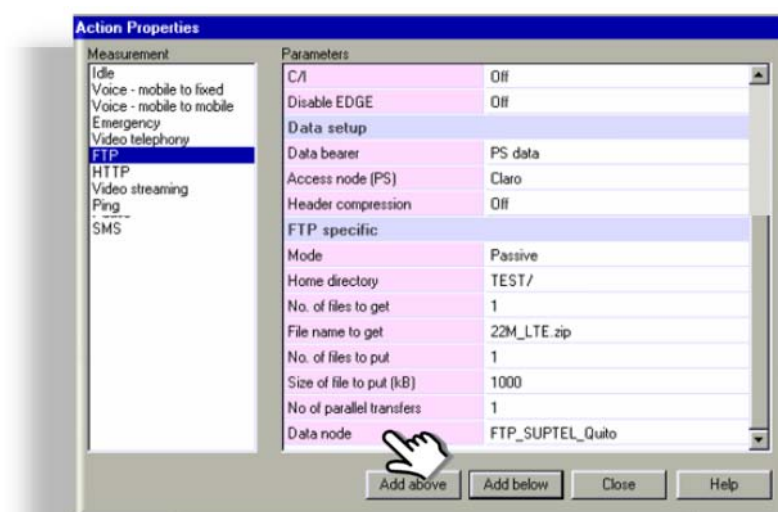


Gráfico 4-12 Selección de la opción Data Node
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console

4.1.6. Prueba HTTP

Aplican los mismos criterios generales que para el caso de la prueba FTP, se deben realizar cambios en la parte correspondiente a “HTTP specific”, que se refiere a los parámetros específicos de HTTP.

4.1.6.1. Action

Permite seleccionar el tipo de acción HTTP que se desea realizar: Web Browsing.

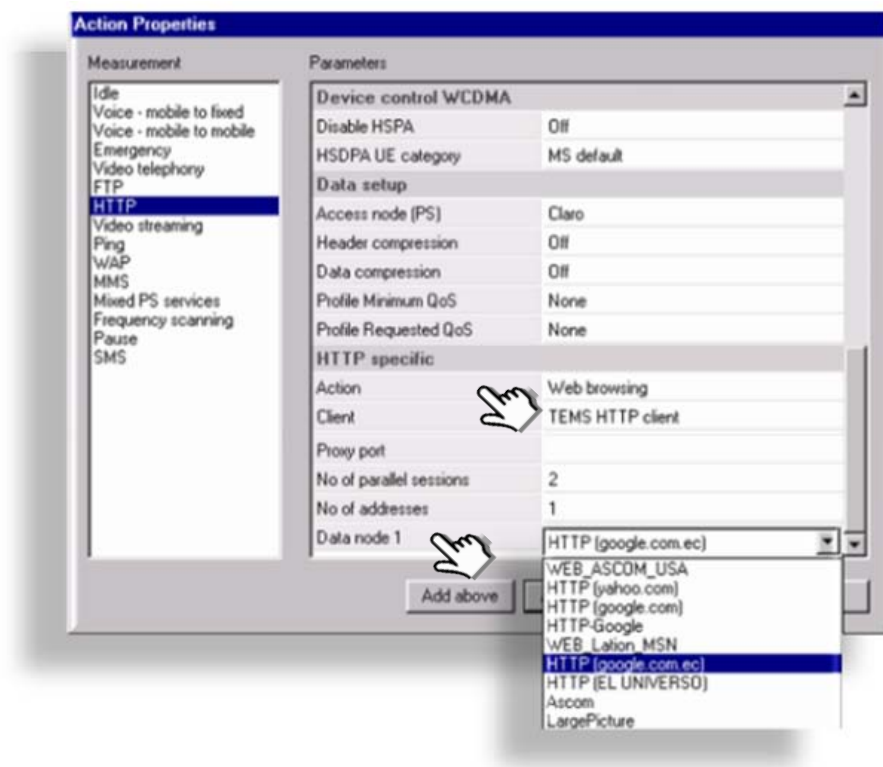


Gráfico 4-13 Opciones Action y Data Node1
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console.

4.1.6.2. Client

Selección del cliente o software para llevar a cabo la acción HTTP, puede ser Internet Explorer o el cliente provisto por ASCOM, TEMS HTTP client.

4.1.6.3. Proxy address

Se programa en caso que la red de datos móvil trabaje con proxy.

4.1.6.4. Proxy port

Se programa en caso que la red de datos móvil trabaje con proxy.

4.1.6.5. No. of parallel sessions

Indica si se realiza una o más descargas paralelas de la misma página web, para simular varios usuarios.

4.1.6.6. No. of addresses

Se puede configurar el acceso a una sola página web o a varias páginas web. Al habilitar más de una página web, se nos desplegarán las ventanas correspondientes para ingresar el nombre de las páginas web adicionales.

4.1.6.7. Data Node 1

Opción para agregar la página web que se desea navegar durante las pruebas, en este caso “HTTP(www.google.com)”. Hay que indicar que los elementos “data node” se configuran en otra sección del programa.

4.1.7. Prueba de Ping

Al igual que en los casos de HTTP, se recalca únicamente en las opciones relativas a “PING SPECIFIC”, ya que los parámetros restantes son similares al caso de FTP.

4.1.7.1. No. of attempts

Permite especificar el número de intentos de PING a realizar.

4.1.7.2. Packet Size

El tamaño en bytes del paquete a transmitir durante la prueba de PING.

4.1.7.3. Timeout (ms)

Tiempo de espera por el retorno del ping, luego del cual se considerará como no exitosa la prueba.

4.1.7.4. Setup Channel prior to test

4.1.7.5. Data Node

El nodo de datos, página web, a la que se realizará la prueba de PING. Debe estar previamente definida en la sección “DATA SERVICES”

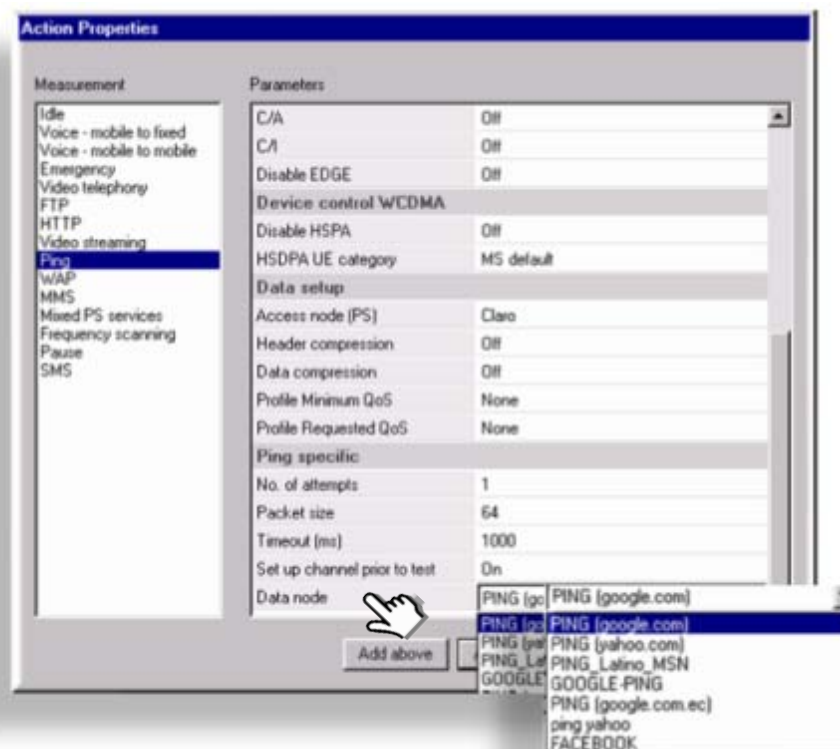


Gráfico 4-14 Selección de la opción “Data Node”
Fuente: Elaboración propia – Tera Operator Console.

4.1.8. Prueba Idle

Corresponde a un tipo de prueba que mantiene al equipo terminal en estado “IDLE” (reposo), la cual se recomienda insertar entre pruebas de datos para la correcta operación del equipo de medición.

4.1.8.1. SIM slot

Permite elegir el número de SIMCARD para trabajar, lo cual determina la operadora con la que se va a trabajar.

4.1.8.2. RAT state

Determinación de la tecnología de acceso de radio de operación del equipo de prueba.

4.1.8.3. Band

Se activa al habilitar la opción anterior, y permite seleccionar la banda de frecuencias de operación.

4.1.8.4. Duration

Duración en segundos de la prueba de IDLE.

4.1.8.5. Setup LTE

Con las opciones Add Above, Add below, se puede agregar la prueba arriba o debajo de la posición. La opción Close permite cerrar la prueba sin grabar, y la opción Help permite acceder a la ventana de ayuda, Gráfico 4-15.

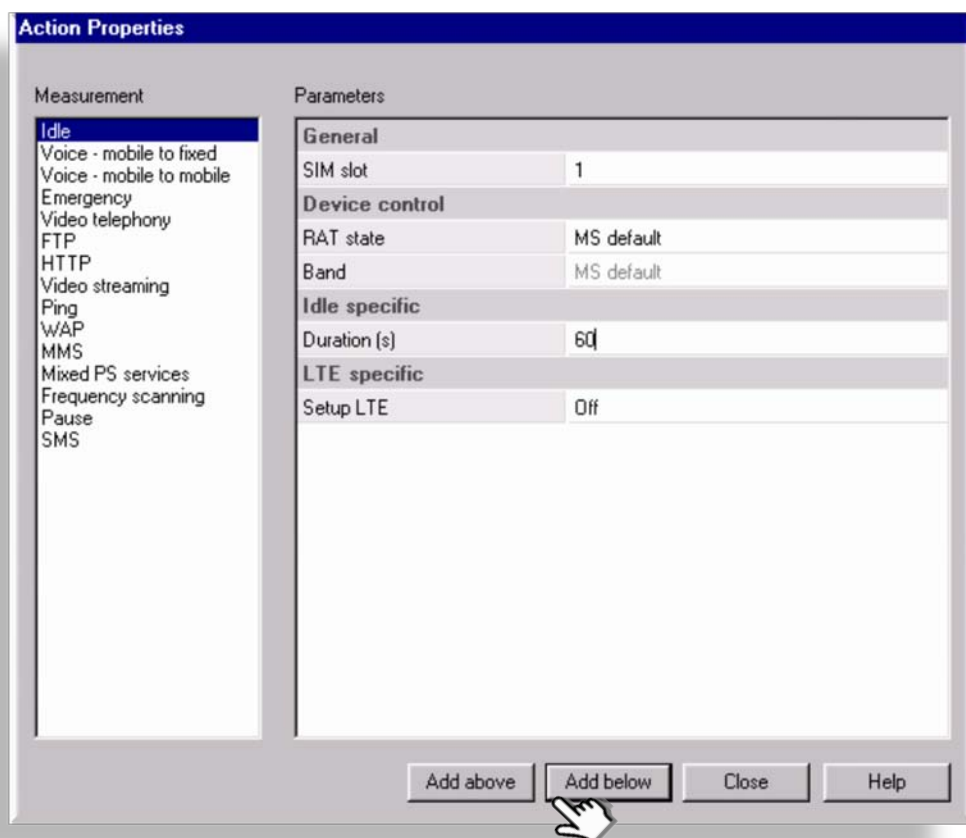


Gráfico 4-15 Opción Add Above/Add below/Close/Help
Fuente: Elaboración propia – Tets Operator Console

En el Gráfico 4-16 se observa la Orden de trabajo con todas las actividades que fueron agregadas. Esta Orden de Trabajo se graba con la opción “OK” que a la vez cierra la ventana de edición, con “CANCEL” se cierra la ventana de la Orden de Trabajo sin guardar, y la orden “APPLY” permite grabar sin cerrar la ventana de edición.

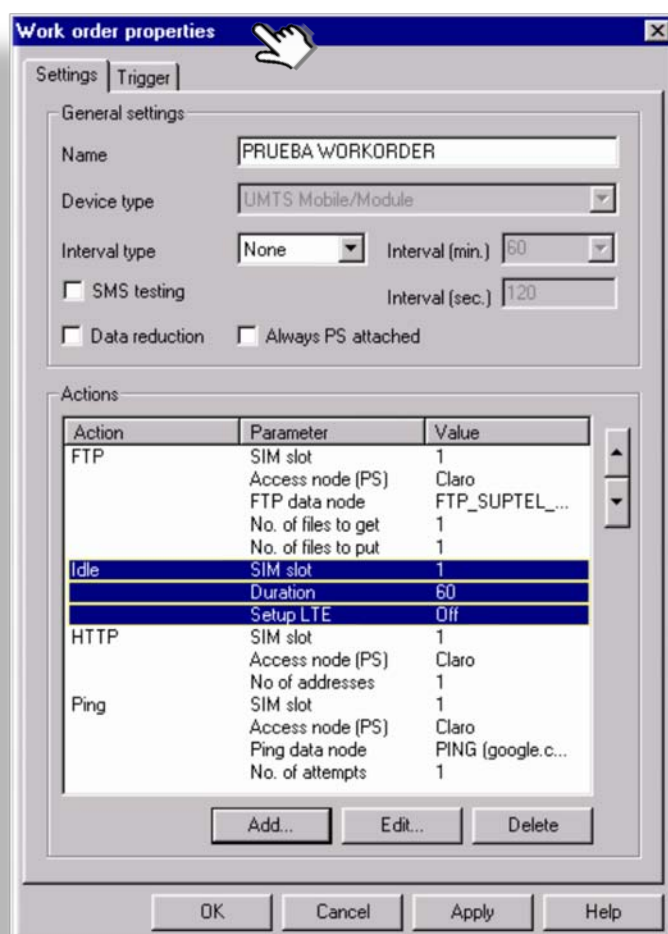


Gráfico 4-16 Ejemplo de una orden de trabajo
Fuente: Elaboración propia – Operator Console.

4.2. Definición de las condiciones de medición de calidad de servicio en redes de datos móviles.

Durante la realización de mediciones de calidad de servicio se hace necesario establecer condiciones que deben cumplirse para lograr un ambiente controlado

que permita obtener resultados adecuados. A continuación se describe los principales parámetros a tomar en cuenta.

- Velocidad máxima del vehículo.- Para el caso de pruebas de drive test (pruebas en movimiento), se debe considerar los factores adversos del efecto doppler (ítem 2.4.1). En la recomendación ETSI 25.104 se establece un límite máximo de desviación de frecuencia de 50×10^{-9} , lo que para la banda de 850 MHz equivale a 42 Hz, aproximadamente; y para la banda de 1900 MHz, el desvío máximo es de 95 Hz. Con esta información y utilizando la Ecuación 1, se halla que para la banda de 850 MHz y de 1900 MHz, la velocidad máxima es de 54 Km/h.
- Simulación de las condiciones de un equipo de usuario por parte del equipo de medición.
- Los servidores contra los cuales se realicen las mediciones de datos deben cumplir las siguientes condiciones:
 - La velocidad de acceso necesaria mínima para soportar la velocidad de la o las tecnologías móviles bajo prueba. Si son varios equipos de medición el servidor debe soportar las velocidades acumuladas.
 - Los usuarios y claves utilizados en las pruebas deben tener acceso a los servidores, con los respectivos permisos para realizar las acciones requeridas. (privilegios de lectura/escritura, acceso a directorios, etc.).
 - Debe evitarse utilizar nombres de dominio de los servidores y en su lugar utilizar las direcciones IP para evitar problemas de resolución DNS.
- Se ha establecido que los parámetros de configuración de la pila del protocolo TCP tienen efecto sobre el rendimiento del canal de radio, por lo

tanto el equipo de medición debe estar configurado adecuadamente. Entre los parámetros a considerar son los que se muestran en el Gráfico 4-17, donde se presenta como ejemplo los perfiles TCP/IP para las tecnologías HSPA y GPRS, que vienen predefinidas en “Operator Console”.

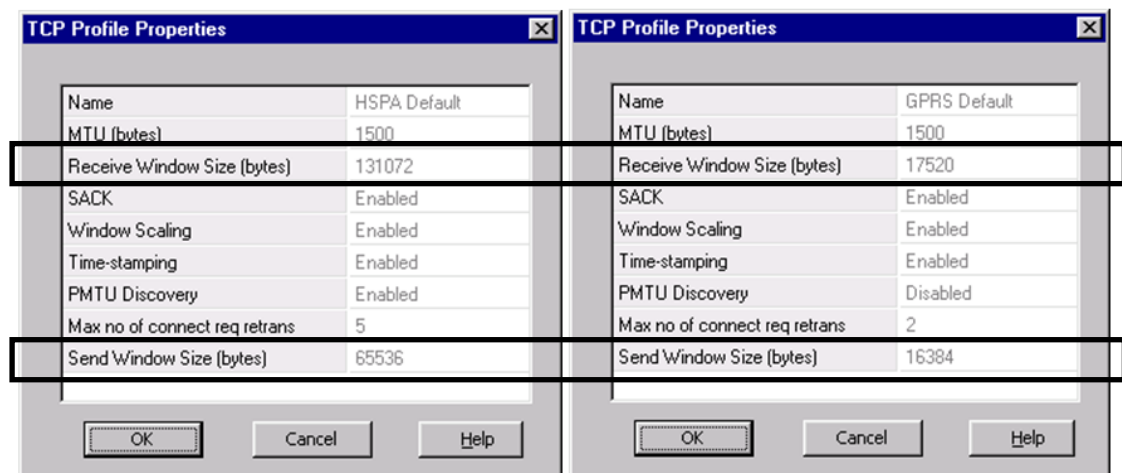


Gráfico 4-17 Ejemplo de perfiles TCP/IP para las tecnologías HSPA y GPRS.
Fuente: Elaboración propia – Tets Operator Console

La principal diferencia se relaciona con el tamaño de la ventana de recepción “Receive Window Size (bytes)” y el tamaño de la ventana de transmisión “Send Window Size(bytes)”.

- Las pruebas deben estar configuradas cumpliendo las siguientes condiciones:
 - Bloquear el equipo para operar en una sola tecnología (evaluación por tecnología).
 - Realizar un solo tipo de prueba de datos por equipo de medición: HTTP, FTP o PING.
 - Para el caso de pruebas FTP, el tamaño del archivo que se va a descargar debe ser el necesario para garantizar un tiempo mínimo de duración de la prueba. En [45] y [52] se plantea una duración de 2

segundos, para lo cual el tamaño del archivo en MBytes debe ser el doble de la velocidad máxima de la red móvil expresada en MBytes/s. Lo que se busca es que el canal se estabilice y se logre forzar a las máximas velocidades, según la regulación de Colombia se propone una duración de la prueba de 90 segundos. Considerando que el tiempo mínimo de asignación del canal en HSDPA es de 2 segundos, se debería escoger un tamaño de archivo que permita una prueba de dos segundos o más, preferentemente 5 segundos, con lo que el tamaño del archivo en MBytes debe ser cinco veces de la velocidad máxima de la red móvil expresada en MBytes/s, así si la velocidad del canal es de 2 Mbps (equivalente 0,25 Mbyte/s) entonces el archivo de prueba debe ser cinco veces 0,25 Mbyte, esto es, 4 Mbyte.

- Se debe garantizar intervalos de reposo entre cada prueba para estabilización del equipo y del servidor, los tiempos recomendados se establecen en [22]. En particular en las pruebas realizadas se ha establecido un tiempo de 30 segundos.

En general, lo que se busca durante las pruebas es aislar factores externos a la red móvil que puedan afectar el resultado de las mismas de tal manera que los problemas que se detecten sean atribuibles a la red del operador móvil. En las pruebas de datos se hace más importante este hecho debido a que si se utilizan servidores ubicados en el internet no son parte de la red del operador y no están bajo su control.

4.3. Procedimiento para el procesamiento de las mediciones de calidad en redes móviles de datos utilizando software de pos procesamiento.

Las pruebas de datos realizadas para el presente trabajo se ejecutaron con el equipo TEMS AUTOMATIC de la empresa ASCOM, por tanto, para el procesamiento de los resultados se utilizará el software propietario de la misma empresa, esto es, el software TEMS DISCOVERY.

El equipo de medición genera un archivo de resultado por cada prueba ejecutada (actividad programa en el script de medición), así, por una prueba FTP se va a generar un archivo **de resultado**.

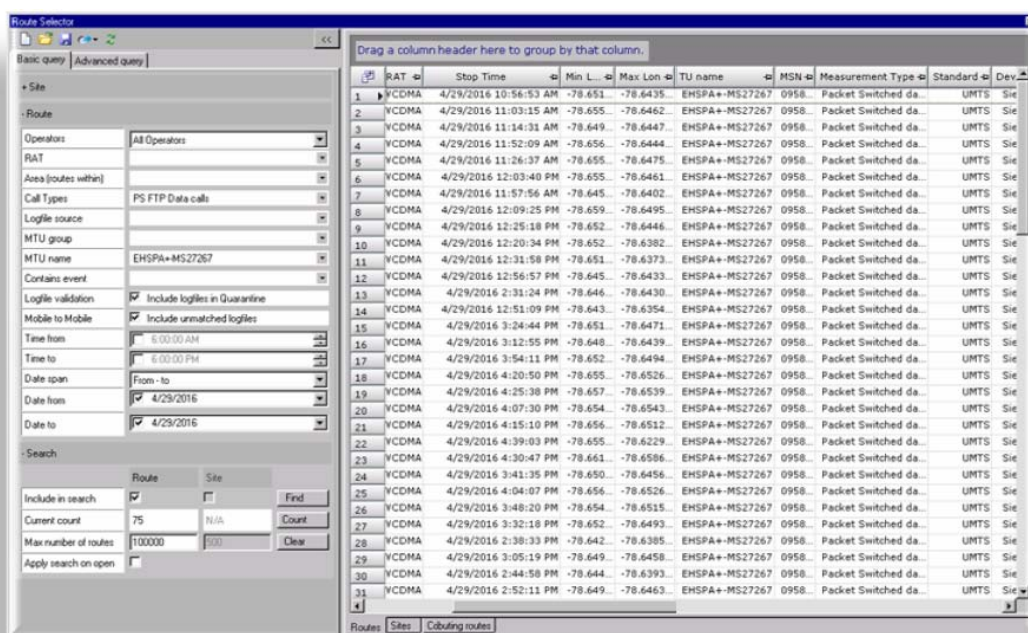


Gráfico 4-18 Obtención archivos medición Tems Presentation
Fuente: Elaboración propia – Tems Presentation (Route Selector)

El primer paso para el pos procesamiento es la obtención de los archivos de resultados, que como se ha explicado se almacenan en una base de datos de mediciones. Para la obtención de los archivos se utiliza el software Tems Presentation [95], con la opción “Route Selector”, en la cual se puede filtrar por

equipo de medición RTU (Remote Test Unit), fechas, horas, operadora, tipo de medición (FTP, HTTP, PING, VOZ, etc.). El Gráfico 4-18 presenta un ejemplo de obtención de archivos de medición, se evidencia además que por cada archivo existe información básica de varios parámetros de red, tecnologías, equipo de medición, etc.

Los archivos, también denominados “logfiles”, tienen extensión LOG, y se pueden descargar en formato comprimido con extensión “LMZ”. En el caso que durante las pruebas se haya habilitado la opción de captura TCP/IP, se obtiene un archivo con extensión ZIP que en su interior tendrá contenido el archivo LOG y un archivo con extensión PCAP de la captura TCP/IP, Gráfico 4-19.

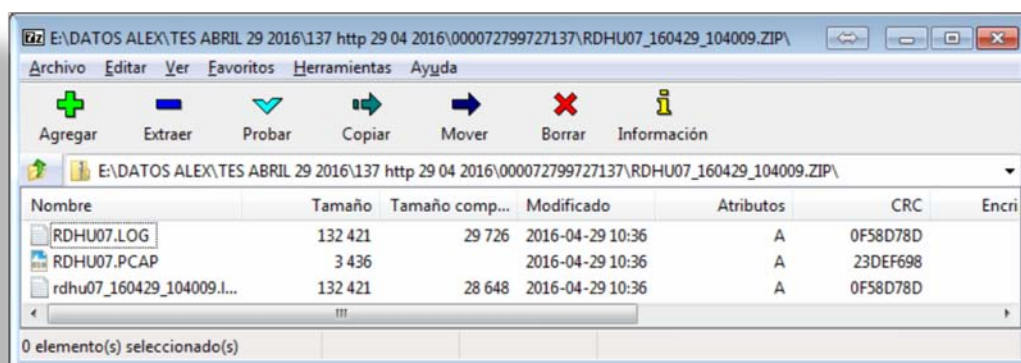


Gráfico 4-19 Contenido de un archivo “ZIP” obtenido de TEMS Automatic
Fuente: Elaboración propia – Teme Automatic

Una vez obtenidos los archivos de medición, estos deben ser importados en el software Teme Discovery, herramienta “Import Drive Test Data – TEMS”, en el cual las tareas se organizan por “Proyectos” y dentro del mismo la información se organiza en “Datasets”, ver Gráfico 4-20.

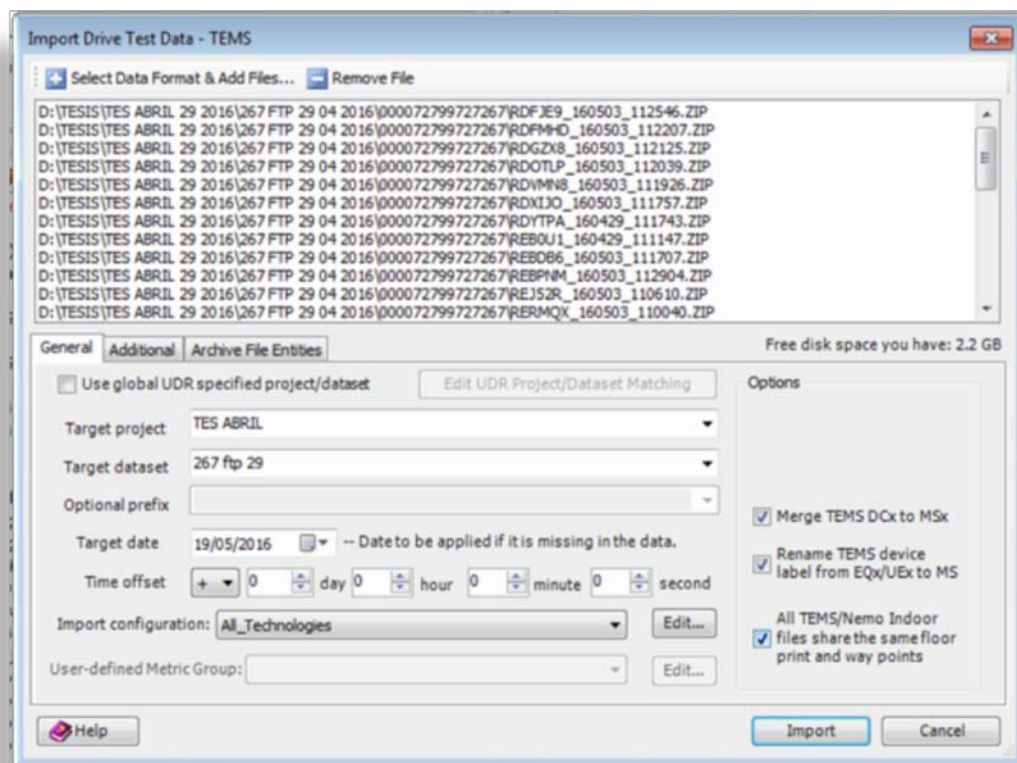


Gráfico 4-20 Importación de archivos en Tems Discovery
Fuente: Elaboración propia – Tems Discovery

Luego de la importación de archivos en Tems Discovery, el procesamiento de la información implica, según [96], obtener gráficos sobre mapas, estadísticas, diagramas de tiempo, histogramas, etc., de los parámetros que se requieran analizar (análisis de capa 3, velocidades de datos, niveles de señal RSCP, Rx Level, Ec/Io, etc.).

El análisis de la información se puede realizar por archivo importado, o en su caso, utilizar la opción de unificar varios archivos en uno solo, función “Composite (Integrated)”, el cual agrupa varios archivos que se tratan como uno solo, tal como se observa en el Gráfico 4-21.

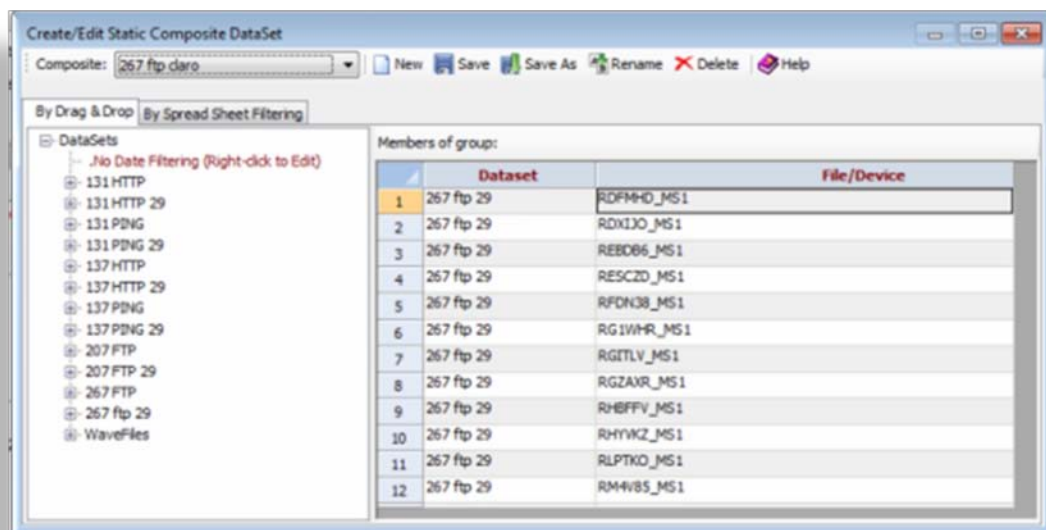


Gráfico 4-21 Composición de varios archivos de medición en uno solo.
Fuente: Elaboración propia – TMS Discovery

En el Gráfico 3-2 se observa un ejemplo de varios tipos de representación del parámetro “FTP Download Throughput Current (kbps)”, que se pueden realizar con TMS Discovery, específicamente se observa un reporte de tabla, mapa, histograma y diagrama de tiempo.

El archivo PCAP se puede analizar con cualquier software de análisis de protocolo TCP/IP, entre los cuales, el de utilización más difundida es el software WireShark, el cual es además gratuito.

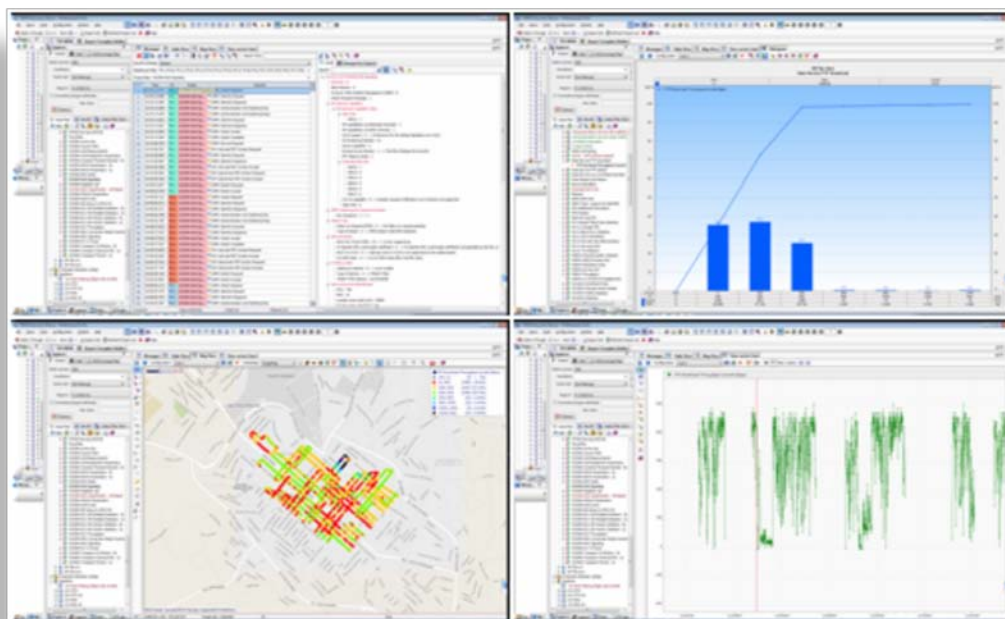


Gráfico 4-22 Procesamiento de mediciones de calidad de servicio móvil
Fuente: Elaboración propia – Tems Discovery

4.4. Propuesta de modelos de reportes de los parámetros de calidad en redes móviles.

Otra forma del procesamiento de la información en Tems Discovery se lo realiza mediante la generación de modelos de reportes, para lo cual se dispone de la herramienta “Report Template/Problem Set Builder”, la misma que permite elaborar modelos de reportes en formato Excel, ya sea en la misma herramienta de Tems Discovery, o generando el reporte directamente en Excel y luego importándola. Otra opción permite abrir en Excel un reporte generado en la herramienta Report Template. Más información de la generación de los reportes se puede encontrar en [96].

En el Gráfico 4-23 se observa el ambiente de desarrollo de la herramienta “Report Template/Problem Set Builder”, y se visualiza además un modelo de

reporte creado para el procesamiento de la información generada para el presente trabajo.

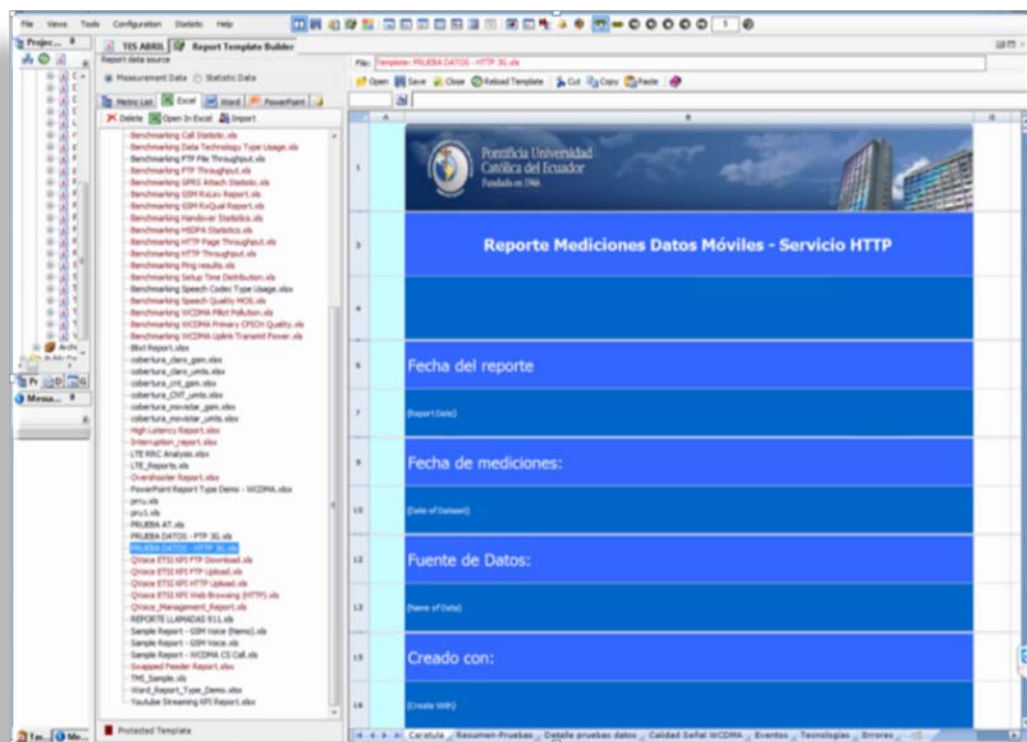


Gráfico 4-23 Herramienta Report Template/Problem Set Builder
Fuente: Elaboración propia – Tems Discovery.

Se han generado como ejemplo dos tipos de reportes que permitirán procesar de manera automática las mediciones de los servicios FTP y HTTP, tecnologías 3G, generando reportes de los principales parámetros de datos así como de las condiciones del interfaz aire de la red. Los modelos de reportes generados constan en los Anexos 1 y 2 de acuerdo al siguiente detalle:

- Anexo 1 – Modelo de reporte para PRUEBA DATOS – FTP 3G
- Anexo 2 – Modelo de reporte para PRUEBA DATOS – HTTP 3G (se muestra únicamente las tres primeras hojas).

4.5. Mediciones de parámetros de calidad en redes de datos móviles de la ciudad de Riobamba

Para la evaluación de los parámetros de calidad planteados para los servicios de datos sobre redes móviles se realizaron pruebas en la ciudad de Riobamba. El detalle de las pruebas realizadas consta en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1

Detalle de las pruebas de datos realizadas

Fecha de Medición	29 de abril de 2016 25 de Mayo de 2016
Hora	10H00 a 17H00
Vehículo	Toyota Prado 3 puertas
Sitios de medición	29/04/2016 y 25/05/2016 Centro de la ciudad de Riobamba.
Equipos de Medición	RTUs EHSPA+-MS27267 EUMTS5-MS27137
Tecnologías	3G
Servicios de datos bajo prueba	EHSPA+-MS27267: FTP EUMTS5-MS27137: HTTP
Velocidad de vehículo durante las pruebas	Máximo 40 kph

Fuente: Elaboración propia.

La configuración de las pruebas es la que se describe a continuación, para cada uno de los equipos utilizados.

Equipo EHSPA+-MS27267:

Este equipo consta de tres módulos, lo que permite realizar mediciones con tres SIM CARD al mismo tiempo. Las SIM CARD pueden ser de diferente operadora, todas de la misma operadora o una combinación. Para nuestro caso el equipo dispone SIM CARD de las tres operadoras móviles en funcionamiento en Ecuador.

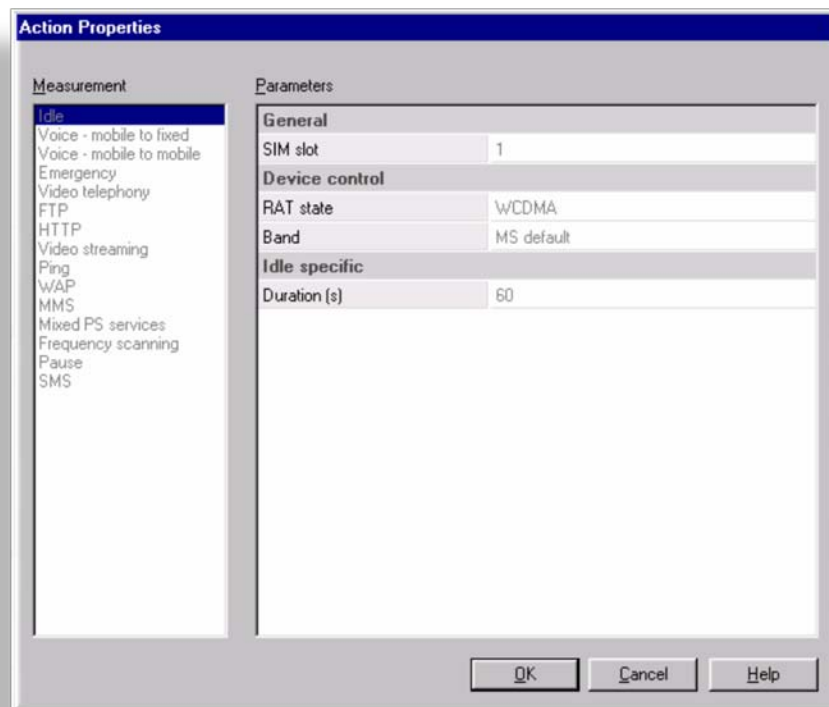


Gráfico 4-24 Configuración de la prueba Idle
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console

Cada uno de los módulos se configuró para realizar pruebas FTP operando únicamente en la tecnología 3G. En el Gráfico 4-25 se presenta la configuración de la orden de trabajo (Work Order) configurada para el módulo 1 (UE1) del equipo EHSPA+-MS27267, la misma consta de dos actividades, la primera es una prueba en reposo (Idle) con una duración de 60 segundos y la segunda actividad es una prueba FTP. La orden de trabajo se denomina “FTP 267 UE1”.

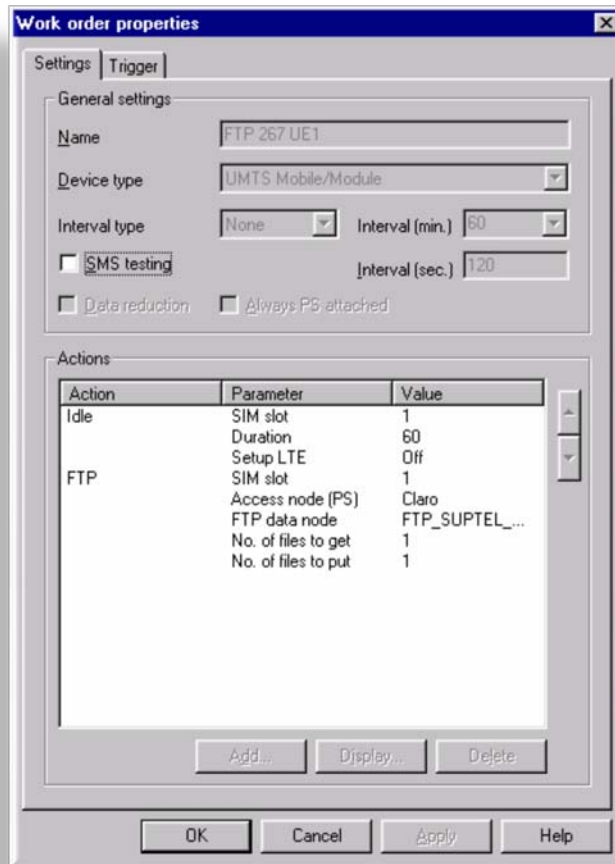


Gráfico 4-25 Orden de trabajo para el módulo UE1
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console.

La configuración de la prueba en reposo consta en el Gráfico 4-24, se observa que está configurada con el Sim Slot 1 (correspondiente al Operador 1), la tecnología está fijada en WCDMA, la banda de frecuencia de operación está en modo por defecto, y tiene una duración de 60 segundos.

En el Gráfico 4-26 se puede apreciar la configuración de la prueba FTP, está configurada con el Sim Slot 1, el valor de “Connection Timeout” es de 30 segundos lo que indica que si la conexión no se establece en los 30 segundos entonces la prueba será considerada no exitosa. No se configura un tiempo máximo de duración de la prueba, Esta habilitada la opción de grabación de

información TCP/IP (IP logging), lo cual genera un archivo con extensión PCAP con un tamaño máximo de 100 kB.

La tecnología se fijó en WCDMA, es una prueba PS (conmutación por paquetes), se utiliza el Access Node (APN) denominado Claro. En lo relativo a la prueba se utiliza el Data Node (Nodo de Datos FTP) denominado “FTP_SUPTTEL_Quito”, se accede al directorio “TEST” y se descarga el archivo de nombre “22M_LTE.rar”, y se carga un archivo de 1000 kB.

En la Tabla 4-2 consta el detalle de los aspectos que difieren en las órdenes de trabajo para cada UE, todos los demás parámetros son iguales en cada orden.

Tabla 4-2

Configuración de las órdenes de trabajo para UE1, UE2 y UE3

Parámetro	UE1	UE2	UE3
Nombre de Orden de Trabajo	FTP 267 UE1	FTP 267 UE2	FTP 267 UE3
Sim slot	1	2	3
Access Node (PS)	Operador 1	Operador 2	Operador 3
File Name to Get	22M_LTE.rar	10M.rar	22M_LTE.rar
Data Node	FTP_SUPTTEL_Quito	FPT_MOVISTAR	FTP_SUPTTEL_Quito

Fuente: Elaboración propia – Teme Operator Console

En el Gráfico 4-27 se presenta la configuración del “Acces Node” que básicamente corresponde a la configuración del APN (Access Point Name) para el acceso a la red de datos de la empresa operadora.

Action Properties

Measurement	Parameters
Idle	
Voice - mobile to fixed	
Voice - mobile to mobile	
Emergency	
Video telephony	
FTP	
HTTP	
Video streaming	
Ping	
WAP	
MMS	
Mixed PS services	
Frequency scanning	
Pause	
SMS	

Parameters	
General	
SIM slot	1
Pre guard time (s)	15
Post guard time (s)	15
KPI measurement	Off
Connection timeout (sec.)	30
Max duration (s)	0
Timeout action	KPI timeout
Guard time (s)	3
IP logging	On
Bytes per package	100
Device control	
RAT state	WCDMA
Band	MS default
Device control WCDMA	
Disable HSPA	Off
HSDPA UE category	MS default
Data setup	
Data bearer	PS data
Access node (PS)	Claro
Header compression	Off
Data compression	Off
Profile Minimum QoS	None
Profile Requested QoS	None
FTP specific	
Mode	Passive
Home directory	TEST/
No. of files to get	1
File name to get	22M_LTE.rar
No. of files to put	1
Size of file to put (kB)	1000
No of parallel transfers	1
Data node	FTP_SUPTTEL_Quito

OK Cancel Help

Gráfico 4-26 Configuración de la actividad FTP

Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console.

En el Gráfico 4-28 se presenta la configuración para el “Data Node”, y que corresponde a la configuración del servidor FTP al cual se accede para realizar las pruebas, en este caso la dirección IP es la 200.24.208.66, puerto 21, consta además el usuario y clave de acceso.



Gráfico 4-27 Configuración del Access Node
Fuente: Elaboración propia – Tcms Operator Console

EUMTS5-MS27137

Este equipo RTU fue configurado para pruebas de HTTP y PING, se debe configurar una orden de trabajo por cada módulo (UE) del equipo. En el Gráfico 4-29 se observa la configuración de una orden de trabajo, la misma que está constituida por una actividad en IDLE, una de PING y HTTP.

En el Gráfico 4-30 se presenta la configuración de las actividades PING y HTTP, y que son similares entre sí y con el de FTP visto anteriormente, la variación radica en la parte de configuración de cada servicio.

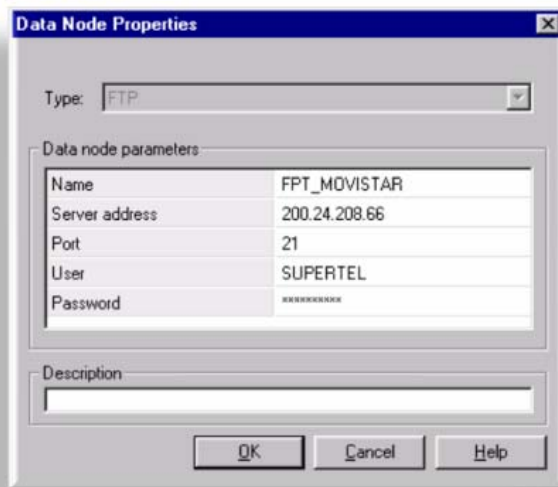


Gráfico 4-28 Configuración del Data Node (Servidor FTP)
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console

Para el caso de la prueba de PING, la configuración es idéntica para todos los UE, el ping se realiza a la dirección IP 216.58.192.68 correspondiente a la página web www.google.com.

La prueba HTTP también es idéntica para los tres UE y se realiza con la misma dirección IP de la página www.google.com.

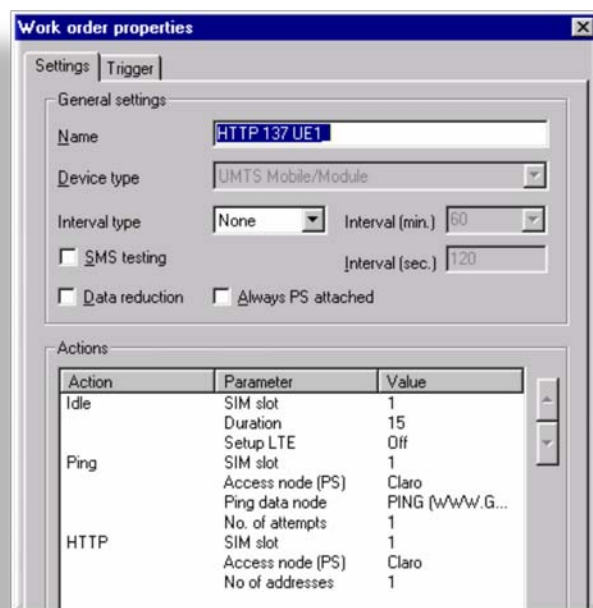


Gráfico 4-29 Orden de trabajo para pruebas de PING y HTTP.
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console.

En el Gráfico 4-31 se presenta la configuración de los “Data Node” para las pruebas de datos tipo PING y HTTP. Como ya se indicó son idénticos para las órdenes de trabajo de los tres UE.

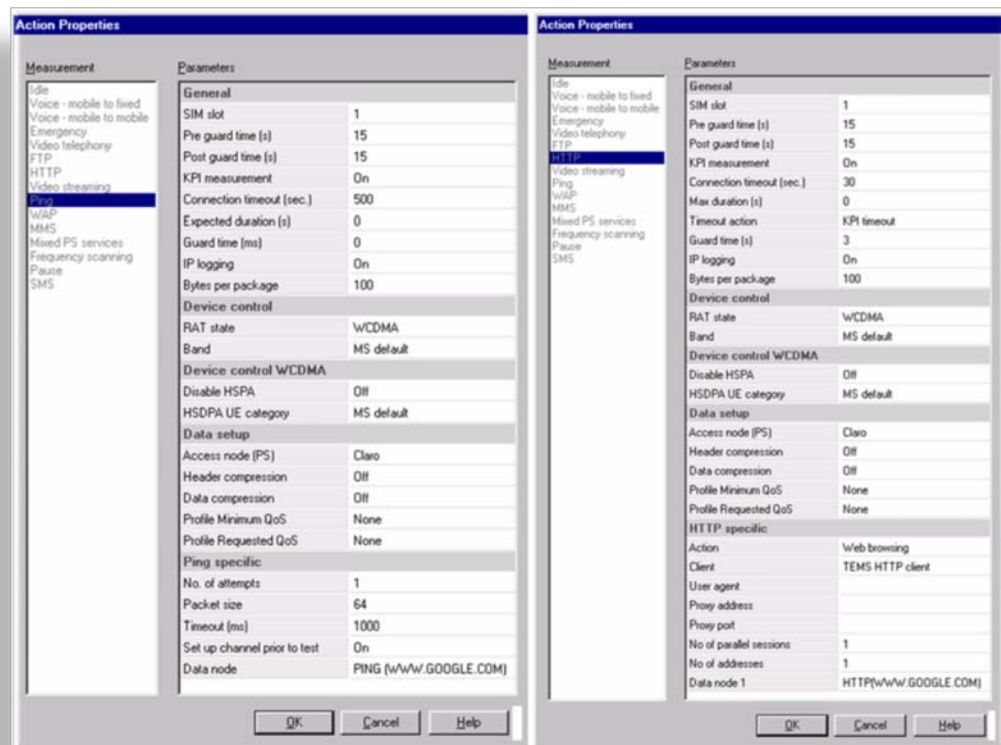


Gráfico 4-30 Configuración de las pruebas PING y HTTP
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console

Los “Acces Node” son los mismos que se utilizaron para el caso de FTP ya que estos están ligados al acceso a la red de datos de cada operadora.

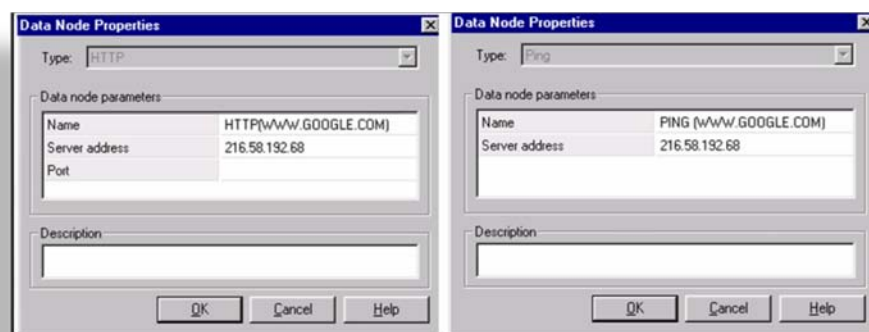


Gráfico 4-31 Configuración de los “Data Node” para PING y HTTP.
Fuente: Elaboración propia – Tems Operator Console

La ejecución de las órdenes de trabajo (Work Orders) se lo realiza mediante el software Tems operator Console.

4.6. Elaboración de reportes.

Una vez realizadas las pruebas y obtenida la información de los archivos de medición a través del software Tems Presentation y luego de importar en Tems Discovery, el paso siguiente es la elaboración de los reportes, para esto, y una vez abierto el proyecto que contiene los archivos de medición se genera un “Composite (Integrated)”, que en nuestro caso se ha creado para cada prueba FTP y HTTP por operadora y por equipo de medición, tal como se observa en el Gráfico 4-32.

Para generar un reporte se da click derecho en el “composite” de interés, en este caso “267 FTP Claro”, en la lista desplegable se elige la opción “Generate Report”, Gráfico 4-33. En la nueva ventana se selecciona el reporte que se quiere elaborar, para nuestro ejemplo corresponde al nombre “PRUEBA DATOS – FTP 3G”, Gráfico 4-34. Se debe notar que automáticamente en la ventana se carga el intervalo de tiempo durante el cual se ha capturado la información en las pruebas (en nuestro caso 04/29/2016 10:33 a 04/29/2016 16:23), se puede modificar el intervalo de tiempo para el cual deseamos el reporte. Se permite seleccionar además condiciones de filtrado, y que para este ejemplo se ha aplicado un filtro por “Geo Region”, que no es más que el contorno de una región geográfica creada en TEMS DISCOVERY que permite procesar únicamente las mediciones que se hallan dentro de dicha región. A estas regiones se les denomina UDR (User Defined Regions), se ha creado una UDR con el nombre “E-15-RIO-01”, cuyo contorno se observa en el Gráfico 4-35.

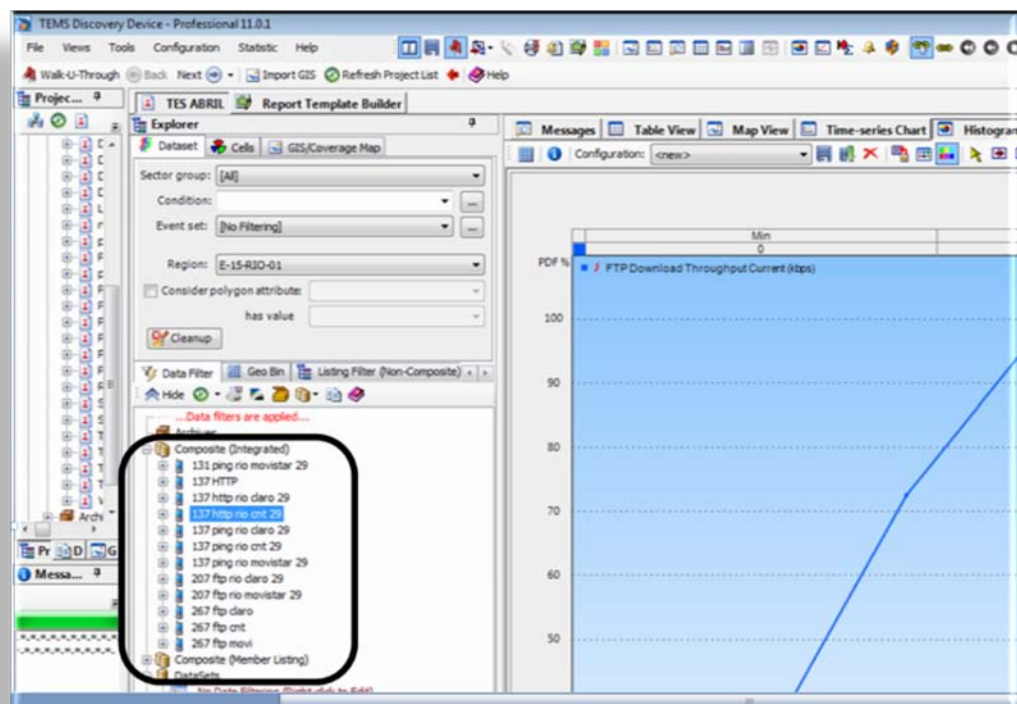


Gráfico 4-32 Entorno de trabajo Tems Discovery – Composite (Integrated)
Fuente: Elaboración propia – Tems Discovery

Una vez seleccionada la opción “Generate” se inicia la generación del reporte, el mismo que una vez finalizado se abre automáticamente en Excel.

Siguiendo el procedimiento descrito previamente se generaron los siguientes reportes:

- Anexo 3.- PRUEBA DATOS - FTP 3G OPERADOR 1
- Anexo 4.- PRUEBA DATOS - FTP 3G OPERADOR 2
- Anexo 5.- PRUEBA DATOS - FTP 3G OPERADOR 3
- Anexo 6.- PRUEBA DATOS - HTTP 3G OPERADOR 1
- Anexo 7.- PRUEBA DATOS - HTTP 3G OPERADOR 2
- Anexo 8.- PRUEBA DATOS - HTTP 3G OPERADOR 3

En los anexos consta el reporte completo únicamente de la prueba FTP del Operado 1, mientras que para los demás reportes se presenta únicamente las dos primeras hojas.

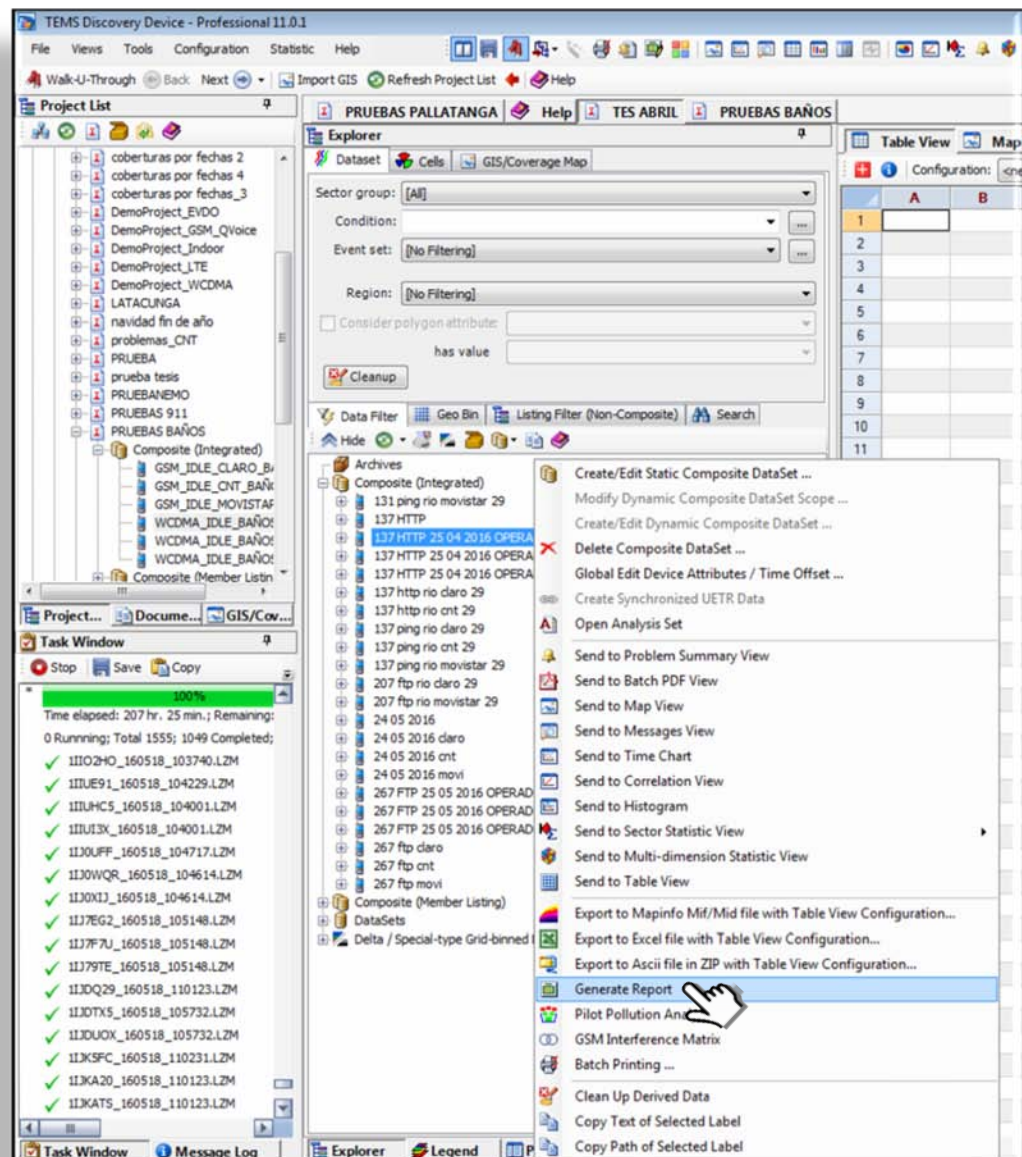


Gráfico 4-33 Selección de la opción de generación de reportes.
Fuente: Elaboración propia – Tems Discovery.

Con la información contenida en los reportes se puede identificar problemas y focalizar el estudio utilizando funcionalidades tales como la reproducción de la prueba, análisis de capa 3, etc.; o de ser el caso con herramientas de análisis de mensajería TCP/IP estudiar los archivos PCAP.

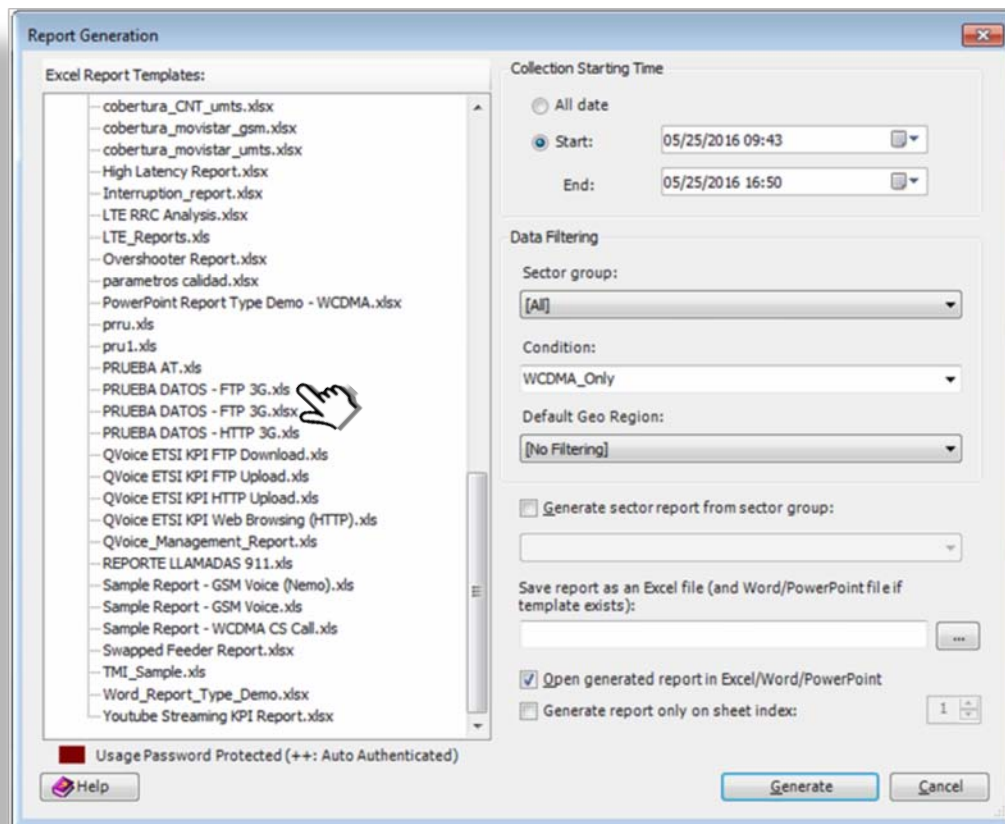


Gráfico 4-34 Selección del modelo de reporte a ejecutar.

Fuente: Elaboración propia – Tems Discovery.

En el Gráfico 4-36 se presenta un ejemplo de análisis de capa 3 para un archivo de medición FTP, primeramente se selecciona la opción “WCDMA NAS Signaling”, con el botón derecho de ratón se escoge la opción “Send to Messages View”, con esto se abre la ventana de mensajes de señalización NAS (Non Access Service), Gráfico 4-37; posteriormente al presionar dos veces el ratón sobre el mensaje que se desea analizar se abre una ventana con el detalle del mismo. En el Gráfico 4-38 consta el detalle del mensaje “SM Activate PDP Context Accept”, lo importante del contenido de este mensaje se resume en la Tabla 4-3, resultado del análisis de la mensajería para las tres operadoras.

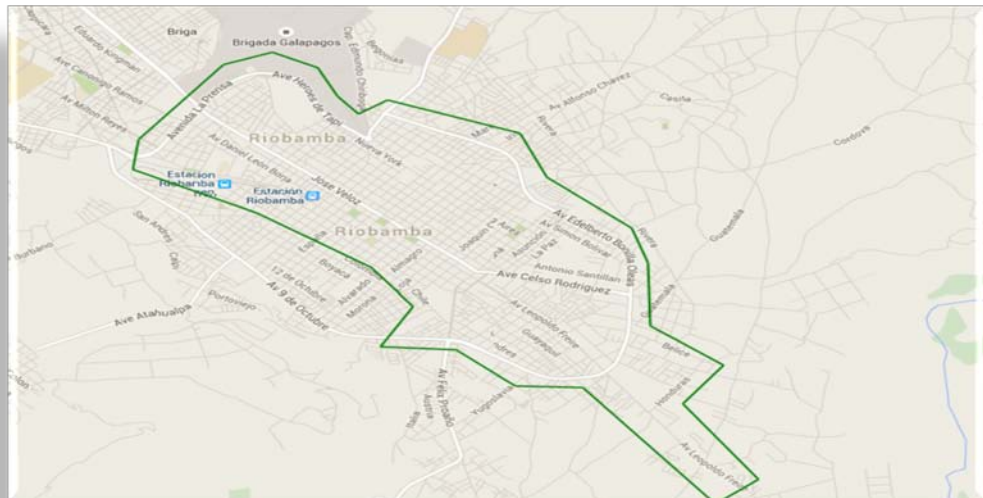


Gráfico 4-35 Perfil de UDR E-15-RIO-01 utilizado como filtro.

Fuente: Elaboración propia – Tems Discovery.

Se observa además que los parámetros de activación del contexto PDP son diferentes para cada operadora.

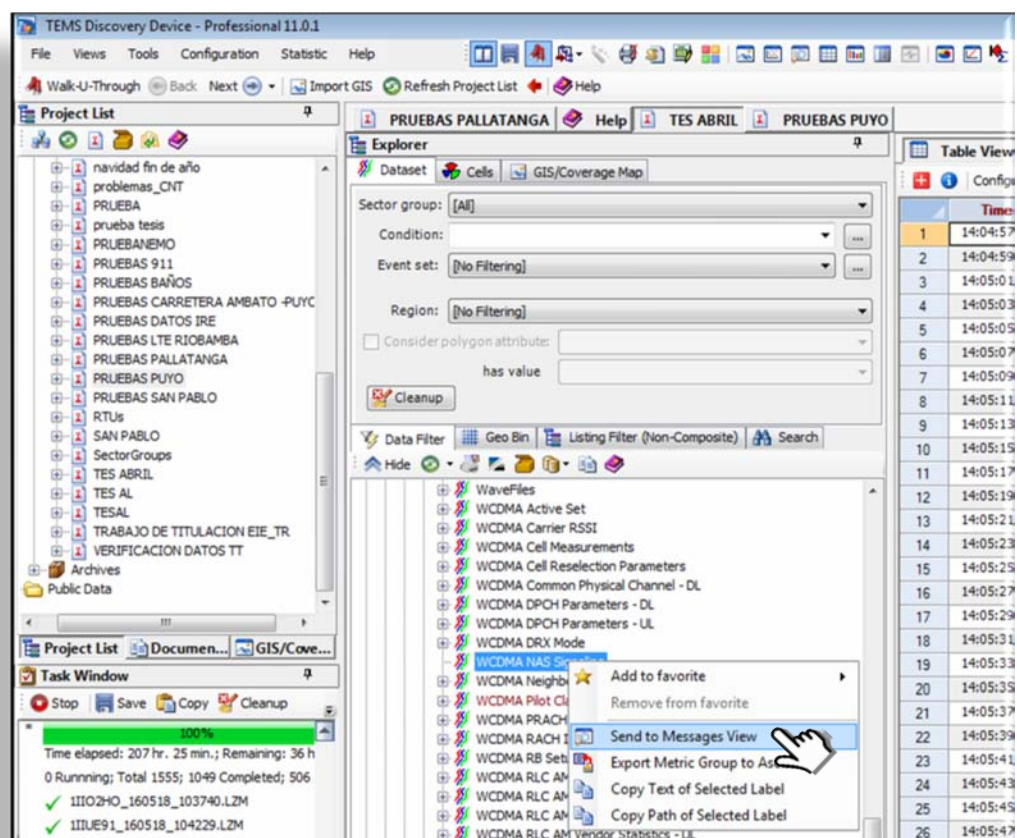


Gráfico 4-36 Análisis de mensajería de capa 3.

Fuente: Elaboración propia – Tems Discovery

	Time	FD	Frame	KeyInfo
1	10:30:00.078	FD1	WCDMA NAS Signaling	GMM: Attach Request
2	10:30:00.296	FD1	WCDMA NAS Signaling	GMM: Authentication And Ciphering Req
3	10:30:00.515	FD1	WCDMA NAS Signaling	GMM: Authentication And Ciphering Resp
4	10:30:00.921	FD1	WCDMA NAS Signaling	GMM: Attach Accept
5	10:30:00.921	FD1	WCDMA NAS Signaling	GMM: Attach Complete
6	10:30:15.000	FD1	WCDMA NAS Signaling	GMM: Service Request
7	10:30:15.421	FD1	WCDMA NAS Signaling	SM: Activate PDP Context Request
8	10:30:16.921	FD1	WCDMA NAS Signaling	SM: Activate PDP Context Accept
9	10:35:20.171	FD1	WCDMA NAS Signaling	SM: Deactivate PDP Context Request
10	10:35:20.390	FD1	WCDMA NAS Signaling	SM: Deactivate PDP Context Accept
11	10:35:31.390	FD1	WCDMA NAS Signaling	GMM: Detach Request
12	10:35:31.812	FD1	WCDMA NAS Signaling	GMM: Detach Accept
13	10:35:45.734	FD1	WCDMA NAS Signaling	MM: Location Updating Request; LAC = 30755
14	10:35:46.171	FD1	WCDMA NAS Signaling	MM: Location Updating Accept; LAC = 30755
15	10:35:46.171	FD1	WCDMA NAS Signaling	MM: MM Information

Gráfico 4-37 Detalle de mensajes de capa 3 (NAS)

Fuente: Elaboración propia – Teme Discovery

Protocol: GPRS Session Management (SM) : 10
Activate PDP Context Accept Message : 66
Negotiated QoS
Delay class : 2 --> Delay class 2
Reliability class : 3 --> Unacknowledged GTP and LLC; Acknowledged RLC, Protected data
Peak throughput : 9 --> Up to 256,000 octet/s
Precedence class : 2 --> Normal priority
Mean throughput : 31 --> Best effort
Traffic Class : 3 --> Interactive class
Delivery order : 2 --> Without delivery order (no)
Delivery of erroneous SDU : 2 --> Erroneous SDUs are delivered (yes)
Maximum SDU size : 1500 Octets
Maximum bit rate for uplink : 2048 kbps
Residual BER : 4 --> 4×10^{-3}
SDU error ratio : 4 --> 1×10^{-4}
Transfer delay : Subscribed ms
Traffic Handling priority : 2 --> Priority level 2
Guaranteed bit rate for uplink : Subscribed kbps
Signalling Indication : 0 --> Not optimised for signalling traffic
Source Statistics Descriptor : 0 --> unknown
Maximum bit rate for downlink : 10000 kbps
Guaranteed bit rate for downlink : 0 kbps

Gráfico 4-38 Detalle de mensaje NAS – PDP Context Activation

Fuente: Elaboración propia – Teme Discovery

4.7. Análisis de resultados.

De acuerdo a lo que consta en la Tabla 4-3, se establece que para las Operadoras 1 y 2 la máxima velocidad permitida en bajada es de 10 Mbps y 8.64 Mbps, respectivamente; y de otro lado se establece que el máximo throughput (velocidad de datos de usuario) es de 2 Mbps (256000 octetos/segundo), mientras que para la operadora 3 el máximo throughput es de 256 kbps y la velocidad máxima en bajada es de 384 kbps. Las velocidades máximas que ofrecen las operadoras a los usuarios son muy bajas respecto con las prestaciones de las tecnologías de tercera generación que mantienen en operación (HSDPA, HSUPA, HPA+).

Tabla 4-3

Detalle de los parámetros de activación de PDP Context

Parámetros relacionados con la calidad de servicio negociada contenida en el Contexto PDP	Operador 1	Operador 2	Operador 3
Peak Throughput	256000 octet/s	256000 octet/s	32000 octet/s
Traffic Class	Interactive Class	Background Class	Interactive Class
Maximun bit rate for uplink	2048 kbps	2048 kbps	384 kbps
Maximun bitrate for downlink	10000 kbps	8640 kbps	384 kbps

Fuente: Elaboración propia – Tems Discovery

En la Tabla 4-4 se observa el resultado de mediciones en el centro de la ciudad de Riobamba, tanto para download como para upload. Para las tres operadoras móviles bajo prueba el porcentaje de accesos exitosos al servicio de datos en descarga supera el 98%, mientras que para carga únicamente la operadora 2 supera el 90%.

Tabla 4-4
Resumen de parámetros de calidad para tres operadoras

Parámetro		DOWNLOAD			UPLOAD		
		Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 1	Operador 2	Operador 3
Porcentaje de Accesos Exitosos (%)	de	98.65	98.7	98.51	89.83	95.83	78.95
Tiempo de Acceso al Servicio (s)	de	2.53	3.06	2.16	1.94	2.26	1.63
Porcentaje de Sesiones Exitosas (%)	de FTP	100	100	100	100	100	100
Porcentaje de Sesiones Fallidas (%)	de FTP	0	0	0	0	0	0
Tiempo de Duración de la Sesión FTP (s)	de	144.44	150.43	191	57.89	91.12	42.69
Tasa Media de Datos FTP (Kbps)	de	721.15	1363.37	223.4	606.7	303.04	199.18

Fuente: Elaboración propia – Tems Discovery

Respecto a la velocidad o tasa media de datos FTP, la Operadora 2 alcanza la mayor velocidad con 1.36 Mbps, mientras que la Operadora 2 ofrece la menor velocidad en promedio, establecida en 223.4 kbps, lo cual concuerda además con lo analizado en la parte de activación del contexto PDP, donde se estableció que la Operadora 3 ofrecía la menor máxima velocidad de datos de usuario con 384 kbps. En el Gráfico 4-39 se presenta un comparativo de las velocidades en downlink y uplink alcanzadas por cada operadora.

Los valores obtenidos pueden ser utilizados como información para que sirva como referencia a los usuarios respecto de las características del servicio que ofrece cada operadora y por tanto como referencia para tomar una decisión acerca del servicio a contratar.

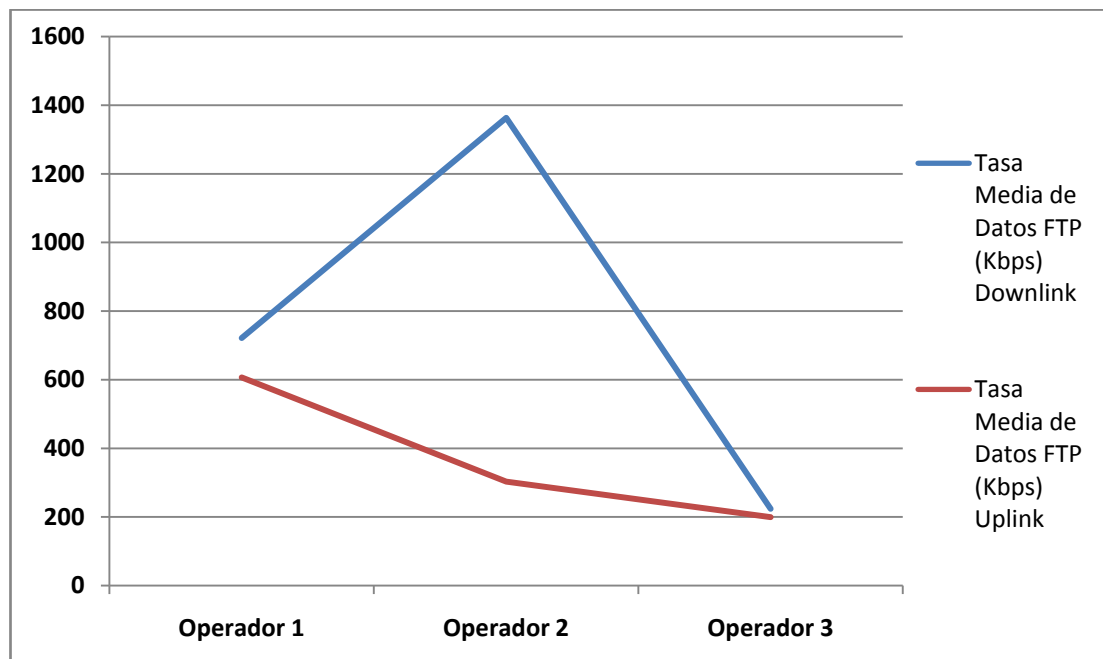


Gráfico 4-39 Velocidad media FTP Downlink/Uplink por operadora.
Fuente: Elaboración propia – Tems Discovery

Un factor importante a considerar se relaciona con el parámetro CQI (Channel Quality Indicator), el cual es calculado por la estación móvil acorde a las condiciones del enlace de radio, y por medio del cual el móvil le informa a la red la velocidad a la cual puede recibir los datos, lo que se refleja en el parámetro “HS Phy Requested Throughput Total (Kbps)”, cuyo resultado para el Operador 1 se observa en el Gráfico 4-40, de lo cual se desprende que el equipo móvil de acuerdo a la tecnología disponible y a las condiciones del interfaz radio, en algunos casos soporta hasta 15000 kbps (aproximadamente 15 Mbps), que corresponde al valor de CQI 28 y 29. Hay que indicar que el valor de velocidad corresponde a la velocidad total del interfaz radio, el mismo que es compartido por todos los usuarios que están servidos por la estación base que a la cual se conecta el equipo de prueba.

Al analizar en cambio el parámetro “HS Physical Server Throughput Total (Kbps)”, que representa la velocidad en capa física que realmente está

brindando la estación base al equipo de medición, se observa que la máxima velocidad ofrecida no supera los 2000 kbps (aproximadamente 2 Mbps), esto inclusive con CQI de 28 y 29, que como vimos antes nos permitiría una velocidad de 15 Mbps.

La diferencia entre la velocidad requerida o garantizada por la red de radio y la velocidad que realmente se ofrece la red al equipo móvil estaría condicionada en este caso, ya no por las condiciones del enlace radio, sino más bien por lo que se vio anteriormente relacionado con las condiciones de negociación del contexto PDP, específicamente con la calidad de servicio, en el cual se establecen las velocidades máximas de datos en general y el “throughput” máximo o velocidad de datos de usuario máxima, que como vimos para dos operadoras fue de 2 Mbps, mientras que para otra fue de 384 kbps. Otro factor que limita la velocidad máxima alcanzada por usuario se refiere al número de usuarios que están utilizando los recursos de la estación base, ya que la velocidad máxima del canal de radio se comparte entre todos los usuarios.

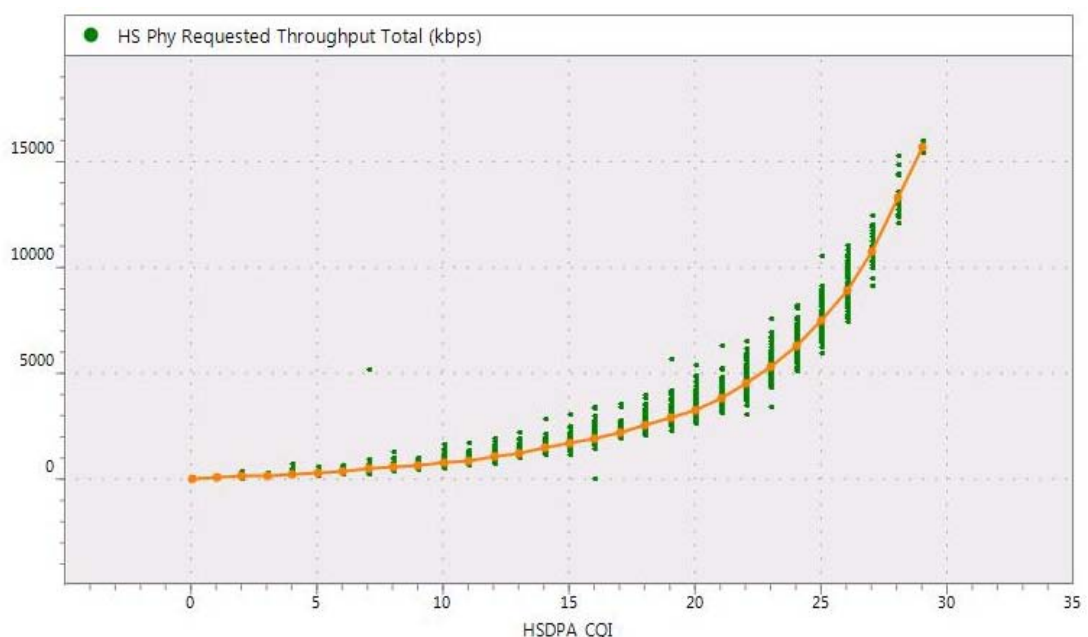


Gráfico 4-40 Relación entre los parámetros “Requested Throughput” y CQI

Fuente: Elaboración propia – Tams Discovery

A cada usuario se le asigna mayor o menor capacidad de acuerdo a su reporte de CQI y la clase de tráfico que consta en el Contexto PDP que negoció el móvil con la red, según se establece en el acápite 3.2.2.3.1, existen cuatro clases de tráfico que en nivel de precedencia son Conversational class, Streaming class, Interactive class y Background class. Como consta en la Tabla 4-3 para la operadora 1 y 2 la clase de tráfico negociado es de tipo Interactivo, mientras que para la operadora 2 es de tipo “Background” que es el de menor importancia al momento de asignar recursos.

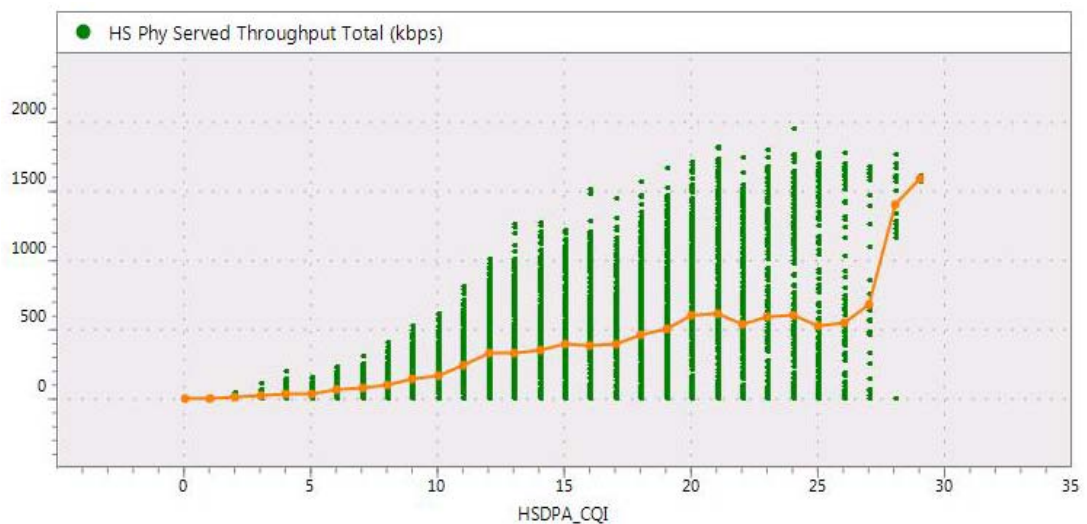


Gráfico 4-41 Velocidad servida al usuario vs el valor de CQI reportado por el móvil.
Fuente: Elaboración propia – Tams Discovery.

CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En el presente trabajo se ha establecido los parámetros de calidad aplicables a la medición de la calidad de los servicios de datos en redes móviles, para lo cual ha sido necesario estudiar las características de operación de las diferentes tecnologías que se hallan en funcionamiento en nuestro país, así como el conocimiento de recomendaciones a nivel de organismos de estandarización, normativa existente en otros países y el equipamiento y software disponibles para ejecutar las mediciones. Se plantea la evaluación de parámetros de calidad para los servicios FTP y HTTP, para lo cual se considera como parte integral de los mismos a todo el proceso de establecimiento de la conexión, esto es, el establecimiento de una conexión RRC, proceso Attach, establecimiento de contexto PDP y los portadores (bearers). En general a los procesos previos al acceso al servicio se los evalúa de manera independiente, pero en este caso, en un enfoque orientado al usuario, lo único que interesa conocer es si el usuario pudo utilizar el servicio, cual fue el tiempo de duración del servicio y si la conexión de datos finalizó correctamente, esto es, una vez completadas las acciones requeridas. Al usuario no le interesa conocer el porcentaje de contextos PDP o procesos Attach fallidos, esta información de carácter técnico es de interés del operador para optimización de la red.

Analizando la información referente a los parámetros de calidad aplicables al servicio de datos sobre redes móviles de otros países se determina que no existe uniformidad respecto a los mismos, tanto en cuanto a los parámetros a evaluar como en lo referente al método de medición y los valores de referencia, y

la implicación de los resultados obtenidos con respecto a los prestadores de servicio. En varios países los valores medidos se utilizan únicamente para efectos informativos hacia los usuarios.

Existen varias recomendaciones generadas respecto a la estandarización relacionada con la medición de los parámetros de calidad para los servicios de datos sobre redes móviles, especialmente de parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la European Telecommunications Standards Institute (ETSI), existiendo gran correlación entre estas dos entidades respecto al contenido de las recomendaciones. Existen recomendaciones orientadas exclusivamente a los servicios móviles y otras dirigidas a los servicios de datos en general (independiente de la tecnología sobre la cual se prestan). A nivel mundial no ha existido uniformidad al momento de establecer parámetros de calidad relacionados con los servicios de datos en redes móviles, en algunos casos se ha adaptado las recomendaciones orientadas a los servicios de datos en general. Esto se podría deber a que no existe una metodología clara para la evaluación de los parámetros propuestos, en especial por las características de operación de las redes móviles asociado con la movilidad, lo que hace que las condiciones del servicio sean muy variables de acuerdo a la posición del equipo respecto de la estación base.

En el mercado existe una gran variedad de equipamiento para realizar mediciones de los parámetros técnicos en redes móviles, así como software para procesamiento y análisis de los resultados obtenidos, la utilidad de estos sistemas no está orientada únicamente a mediciones de calidad de servicio, sino más bien, y de manera primordial se orientan a la planificación, ajuste y optimización de dichas redes. Para el caso de medición de los parámetros de

calidad, es importante configurar el equipo de medición para simular condiciones muy cercanas a un entorno real de utilización del servicio por parte de un usuario.

El software de análisis y pos procesamiento de la información de las mediciones de calidad de servicio de datos en redes móviles brinda las facilidades para la obtención de reportes de manera automática sobre la base de formatos previamente diseñados. Permiten además realizar análisis enfocado en los problemas detectados con la información de los reportes, lo cual facilita la obtención de un diagnóstico de la red.

Para los servicios de datos sobre redes móviles se dificulta establecer valores de referencia para cumplimiento, ya que las velocidades máximas alcanzables, así como la continuidad del servicio están asociadas a las condiciones del enlace de radio, el cual varía mucho con la posición del usuario respecto de las estaciones bases cercanas. Por lo expuesto, las mediciones de la calidad de servicio de datos en redes móviles tiene mayor utilidad como un medio de comparación entre las operadoras, lo cual servirá como insumo para los usuarios al momento de tomar una decisión para contratar un servicio, adicional a otros parámetros tales como tarifas, atención, equipos terminales, etc.

Un aspecto que se ha considerado importante de los resultados obtenidos se relaciona con la calidad de servicio ofrecida por la red del operador al equipo terminal, y que se asocia con los parámetros del Contexto PDP, en el cual se establecen las velocidades máximas de datos y de información de usuario, lo cual limita desde un inicio las prestaciones de la red, a pesar de que la tecnología ofrece mejores prestaciones.

5.2. Recomendaciones

Se considera necesario validar la información que proporciona el software de pos procesamiento respecto de los puntos de referencia establecidos durante la definición de los parámetros de calidad. Este análisis requiere de un buen conocimiento de las funciones de cada uno de protocolos involucradas durante las comunicaciones de datos y la forma de obtención de los resultados por parte del software de análisis.

El presente trabajo se ha enfocado en el análisis de los parámetros de calidad del servicio de datos en redes móviles desde el punto de vista del rendimiento de la red, y no se ha realizado el análisis tomando en consideración los aspectos relacionados con la percepción del usuario que es muy importante para obtener una evaluación integral de la calidad de servicio, entre estos parámetros se puede mencionar la atención al cliente, servicio pos venta, calidad de la facturación, tarifas, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ascom. (2016, Abril) Ascom Network Testing. [Online]. <http://www.ascom.com/nt/en/index-nt/>
- [2] Ascom. (2016, Abril) Tems Discovery Device Datasheet. [Online]. http://www.ascom.com/nt/en/tems_discovery_device_10.0_datasheet-3.pdf
- [3] Asamblea Constituyente del Ecuador, Ley Orgánica de Telecomunicaciones del Ecuador, TÍTULO XIV, CAPÍTULO II, 2015.
- [4] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). (2015, Febrero) 3GPP The Mobile Broadband Standar. [Online]. <http://www.3gpp.org/technologies/technologies>
- [5] Ascom. (2015, FEBRERO) Ascom Network Testing. [Online]. <http://www.ascom.com/nt/en/index-nt/>
- [6] Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T. (2007, Febrero) UIT-T E.802 Recomendación; Marco y metodología para a determinación y la aplicación de parámetros de calidad de servicio. [Online]. https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-E.802-200702-!PDF-S&type=items
- [7] Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T. (2001, Noviembre) Recomendación UIT-T G.1000: Calidad de Servicio en las Comunicaciones: Marco y Definiciones. [Online]. https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-G.1000-200111-!PDF-S&type=items
- [8] European Telecommunications Standarization Institute ETSI, TS 102 250-1 Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 1: Assessment of Quality of Service, 2011.
- [9] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). (2015, Diciembre) TS 25.215 Physical Layer, Measurements (FDD) (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.215/25215-d00.zip
- [10] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). (2015, Diciembre) TS 36.214 Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA): Physical Layer Measurements. [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/36_series/36.214/36214-d10.zip
- [11] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). (2016, Marzo) TS 36.314 Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA): Layer 2 – Measurements. [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/36_series/36.314/36314-d10.zip
- [12] European Telecommunications Standarization Institute ETSI. (2015, Mayo) TS 102 250-2 Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation. [Online]. http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102200_102299/10225002/02.04.01_60/ts_102_25002v020401p.pdf
- [13] European Telecommunications Standarization Institute ETSI. (2009, Octubre) TS 102 250-7 Speech and Multimedia Transmission Quality (STQ); QoS Aspects for Popular Services in Mobile Networks; Part 7: Network based Quality of Service measurements. [Online]. http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102200_102299/10225007/01.01.01_60/ts_102_25007v010101p.pdf
- [14] Ascom. (2015, Febrero) Ascom Tems Investigation. [Online]. <http://www.ascom.com/nt/en/index-nt/tems-products-3/tems-investigation-5.htm#overview>
- [15] Ascom. (2015, Febrero) Ascom Tems Automatic. [Online]. www.ascom.com/nt/en/index-nt/tems-products-3/tems-automatic-5.htm
- [16] Ascom. (2015, Febrero) Ascom Tems Pocket. [Online].

- <http://www.ascom.com/nt/en/index-nt/tems-products-3/tems-pocket-5.htm>
- [17] Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones ARCOTEL. (2016, Abril) Servicio Móvil Avanzado Estadísticas. [Online]. http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/1.1.1-Lineas-activas-por-servicio_y_Densidad_Abr.xlsx
 - [18] Asamblea Constituyente del Ecuador, Constitución de la República del Ecuador, Título IV, Capítulo Quinto, Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas, 2008.
 - [19] Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones ARCOTEL. (2015, Febrero) Servicio Móvil Avanzado - Parámetros de Calidad. [Online]. <http://controlenlinea.supertel.gob.ec/wps/portal/informacion/informaciontecnica/tel-efoniamovil/>
 - [20] Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T. (2009, Abril) E.800: Definiciones de los términos relativos a la calidad de servicio. [Online]. https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-E.800-200809-!PDF-S&type=items
 - [21] Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T. (2002, Julio) G.1000: Calidad de servicio de las comunicaciones: Marco y definiciones. [Online]. https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-G.1000-200111-!PDF-S&type=items
 - [22] Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T. (2014, febrero) E.804 Recomendación; QoS aspects for popular services in mobilenetworks. [Online]. https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-E.804-201402-!PDF-E&type=items
 - [23] European Telecommunications Standarization Institute. (2011, Abril) ETSI TS 102 250-1 Part 1: Assesment of Quality of Service. [Online]. http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102200_102299/10225001/02.02.01_60/ts_10225001v020201p.pdf
 - [24] European Telecommunications Standarization Institute ETSI. (2014, Mayo) ES 202 765-4 Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS and network performance metrics and measurement methods; Part 4: Indicators for supervision of Multiplay services. [Online]. http://www.etsi.org/deliver/etsi_es/202700_202799/20276504/01.02.01_60/es_20276504v010201p.pdf
 - [25] European Telecommunications Standards Institute ETSI. (2008, Julio) EG 202 057-4 Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); User related QoS parameter definitions and measurements; Part 4: Internet access. [Online]. http://www.etsi.org/deliver/etsi_eg/202000_202099/20205704/01.02.01_60/eg_20205704v010201p.pdf
 - [26] Ascom. (2010, Octubre) Tems Investigation KPI Definitions - FTP.
 - [27] Ascom. (2010, Octubre) TEMS Investigation KPI Definitions – HTTP.
 - [28] R. Belmonte. (2010) Sensitivity of Mobile Devices to Doppler Shifts and Poor Synchronization Between UMTS Transmitters.
 - [29] European Telecommunications Standards Institute ETSI. (2015, Noviembre) TR 102 581 - A Study on the Minimun Additional Required Attenuation on the Antenna Path of the Field Test Equipment. [Online]. http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/102500_102599/102581/01.02.01_60/tr_102581v010201p.pdf
 - [30] Anite Group Plc. (2016, Abril) Nemo Handy - the world's most widely used handheld drive test tool. [Online]. <http://www.anite.com/businesses/network-testing/products/nemo-handy-world%E2%80%99s-most-widely-used-handheld-drive-test-tool>
 - [31] Gladiator Innovations LLC. (2015, Abril) G-Station. [Online]. <http://www.gladiator->

- innovations.com/solutions/open-platform/g-station/#tabs_1292653535717daae40547-tab_3
- [32] Actix International Limited. (2015, Abril) Actix Analyzer. [Online]. <http://www.actix.com/analyzer.html>
 - [33] Anite Keysight Technologies. (2016, Abril) Nemo Analyze for professional post-processing of drive test data. [Online]. <http://www.anite.com/businesses/network-testing/products/nemo-analyze-professional-post-processing-drive-test-data>
 - [34] Diario Oficial Federal de México. (2014, Julio) LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES Y RADIODIFUSIÓN.
 - [35] Comisión federal de telecomunicaciones México. (2011, AGOSTO) DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. [Online]. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5206919&fecha=30/08/2011&print=true
 - [36] Comisión federal de telecomunicaciones México. (2012, JUNIO) DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. [Online]. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5256516&fecha=27/06/2012
 - [37] Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2015, Julio) INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES. [Online]. <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/industria/temasrelevantes/4417/documentos/anteproyectoparametros calidad.pdf>
 - [38] Superintendencia de Telecomunicaciones Costa Rica. (2009, ABRIL) Reglamento de Prestación y Calidad de los Servicios. [Online]. http://sutel.go.cr/sites/default/files/normativas/reglamento_de_prestacion_y_calidad_de_los_servicios_-_version_gaceta_ndeg8.pdf
 - [39] Superintendencia de telecomunicaciones Costa Rica. (2012, SEPTIEMBRE) Procedimiento para la evaluación de los parámetros de calidad del servicio de telefonía móvil en pruebas de campo tipo drive test, RCS-260-2012. [Online]. http://sutel.go.cr/sites/default/files/calidad_2012_rcs-260-2012_procedimiento_para_la_evaluacion_de_los_parametros_de_calidad_del_servicio_de_telefonia_movil_en_pruebas_de_campo_tipo_drive_test_ampliada_por_rcs-301-2012_que_resuelve_recurso.pdf
 - [40] Congreso de Colombia. (2009, JULIO) Ley No. 1341, POE la cual se definen principios y conceptos sobre la Sociedad de la Información y la Organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - TIC. [Online]. http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3707_documento.pdf
 - [41] Comisión de Regulación de Comunicaciones Colombia. (2012, Noviembre) Resolución CRC-4000-2012 Modifica Resoluciones CRC 3067 y 3496 de 2011. [Online]. http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-3860_doc_norma.pdf
 - [42] Comisión de Regulación de Comunicaciones Colombia. (2011, Mayo) Resolución CRC-3067-2011 Se definen Indicadores de Calidad para los servicios de Telecomunicaciones. [Online]. http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-649_doc_norma.pdf
 - [43] Subsecretaría de Telecomunicaciones; Chile - SUBTEL. (2006, Noviembre) <http://oraias.subtel.cl/>. [Online]. http://ws.subtel.cl/DescargaDocSubtel/dwld?rutaArchivo=\\repcedoc\Dosubtel\Resoluciones\2006\06r_1490.pdf
 - [44] Subsecretaría de Telecomunicaciones, Chile - SUBTEL. (2010, Noviembre) <http://oraias.subtel.cl/>. [Online]. http://ws.subtel.cl/DescargaDocSubtel/dwld?rutaArchivo=\\repcedoc\Dosubtel\Resoluciones\2010\10r_6260.pdf
 - [45] Subsecretaría de Telecomunicaciones, Chile - SUBTEL. (2010, Diciembre) <http://oraias.subtel.cl/>. [Online]. <http://ws.subtel.cl/DescargaDocSubtel/dwld?rutaArchivo=\\repcedoc\Dosubtel\Dec>

[retos\Supremos\2010\10d_0368.pdf](#)

- [46] Subsecretaría de Telecomunicaciones, Chile - SUBTEL. (2011, Julio) <http://oraias.subtel.cl/>. [Online]. http://ws.subtel.cl/DescargaDocSubtel/dwld?rutaArchivo=\\Repcedoc\Dosubtel\Resoluciones\2011\11r_3729.pdf
- [47] Agencia Nacional de Telecomunicaciones Brasil, ANATEL. (2011, Octubre) www.anatel.gov.br. [Online]. <http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2011/68-resolucao-575>
- [48] Jefatura de Estado de España. (2014, Mayo) Ley 9/2014 General de telecomunicaciones. [Online]. <http://www.boe.es/boe/dias/2014/05/10/pdfs/BOE-A-2014-4950.pdf>
- [49] Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España. (2014, Junio) Orden IET/1090/2014, por la que se regulan las condiciones realitas a la Calidad de Servicio en la Prestación de los Servicios de Comunicaciones Electrónicas. [Online]. <http://www.boe.es/boe/dias/2014/06/27/pdfs/BOE-A-2014-6729.pdf>
- [50] Comisión para el Seguimiento de la Calidad en la Prestación de los Servicios de Telecomunicaciones en España. (2015, Mayo) Criterios adicionales para la Medición de los Parámetros de Calidad de Servicio Específicos para el Servicio de Acceso a Internet. [Online]. http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/es-ES/Servicios/CalidadServicio/DocRef/DocumentacionReferencia/1.%20Calidad%20de%20servicio/Criterios_Adicionales_Internet_V1.pdf
- [51] Comisión para el Seguimiento de la Calidad en la Prestación de los Servicios de Telecomunicaciones. (2015, Mayo) Guía para la Elaboración del documento Descriptivo del Sistema de Medida de los Parámetros Específicos de Acceso a Internet. [Online]. http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/es-ES/Servicios/CalidadServicio/DocRef/DocumentacionReferencia/1.%20Calidad%20de%20servicio/Gu%C3%ADa_Documento_Descriptivo_Internet.pdf
- [52] The Telecom Regulatory Authority of India - TRAI. (2012, Diciembre) The Standards of Quality of Service for Wireless Data Services Regulations, 2012 (26 OF 2012). [Online]. http://www.trai.gov.in/Content/Regulation/0_3_REGULATIONS.aspx
- [53] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (1998, Noviembre) TS 01.02 General description of a GSM Public Land Mobile Network (PLMN) (GSM 01.02) v. 6.0.1. [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/43_series/43.051/43051-d00.zip
- [54] 3rd Generation Partnership Project. (2000, Enero) TS 100.522 Network architecture (GSM 03.02 version 7.1.0 Release 1998). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/03_series/03.02/0302-710.zip
- [55] RF Wireless World. (2012) GSM Tutorial - Page 1. [Online]. <http://www.rfwireless-world.com/Tutorials/gsm-tutorial.html>
- [56] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2015, Diciembre) TS 45.005 ; Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Radio transmission and reception (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/45_series/45.005/45005-d00.zip
- [57] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2003, Junio) TS 05.02 Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Multiplexing and multiple access on the radio path (Release 1999). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/05_series/05.02/0502-8b0.zip
- [58] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2004, Noviembre) TS 05.01 Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Physical layer on the radio path; General description (Release 1999). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/05_series/05.01/0501-890.zip
- [59] RF Wireless World. (2012, Abril) GPRS Tutorial. [Online]. <http://www.rfwireless-world.com/Tutorials/gprs-tutorial.html>

- [60] RF Wireless World. (2012, Abril) GPRS Tutorial. [Online]. <http://www.rfwireless-world.com/Tutorials/gprs-tutorial.html>
- [61] RF Wireless World. (2012, Abril) GSM Packet Switched Channel Processing through physical layer. [Online]. <http://www.rfwireless-world.com/Articles/gsm-packet-switched-channel-processing-through-physical-layer.html>
- [62] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2016, Diciembre) TS 45.003 V13.1.0 Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Channel coding (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/45_series/45.003/45003-d10.zip
- [63] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2016, Febrero) TS 45.008 Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Radio subsystem link control (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/45_series/45.008/45008-d10.zip
- [64] RF Wireless World. (2012) UMTS Tutorial. [Online]. <http://www.rfwireless-world.com/Tutorials/UMTS-tutorial.html>
- [65] RF Wireless World. (2012) UMTS Network Architecture. [Online]. <http://www.rfwireless-world.com/Tutorials/UMTS-Network-Architecture.html>
- [66] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2015, Diciembre) TS 25.401 V13.0.0 Technical Specification Group Radio Access Network; UTRAN overall description (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.401/25401-d00.zip
- [67] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2015, Diciembre) TS 23.101 Technical Specification Group Services and System Aspects; General Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) architecture (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/23_series/23.101/23101-d00.zip
- [68] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2016, Marzo) TS 25.101 v3.2.0 Technical Specification Group Radio Access Network; User Equipment (UE) radio transmission and reception (FDD) (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.101/25101-d20.zip
- [69] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2016, Febrero) TS 45.010 V13.1.0 Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Radio subsystem synchronization (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/45_series/45.010/45010-d10.zip
- [70] RF Wireless World. (2012, Abril) UMTS Tutorial - Page 4. [Online]. <http://www.rfwireless-world.com/Tutorials/UMTS-Frame-structure.html>
- [71] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2001, Junio) TR 25.944 V4.1.0 Technical Specification Group Radio Access Network; Channel coding and multiplexing examples (Release 4). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.944/25944-410.zip
- [72] RF Wireless World. (2012, Abril) UMTS Channels. [Online]. <http://www.rfwireless-world.com/Tutorials/UMTS-logical-transport-physical-channels.html>
- [73] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2004, Septiembre) TR 25.899 V6.1.0 Technical Specification Group Radio Access Network; High Speed Download Packet Access (HSDPA) enhancements (Release 6). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.899/25899-610.zip
- [74] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2001, Septiembre) TR 25.855 V5.0.0 Technical Specification Group Radio Access Network; High Speed Downlink Packet Access; Overall UTRAN Description (Release 5). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.855/25855-500.zip
- [75] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2002, Marzo) TR 25.858 V5.0.0 Technical Specification Group Radio Access Network; High Speed Downlink Packet Access: Physical Layer Aspects (Release 5). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.858/25858-500.zip

- [76] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2002, Marzo) TR 25.858 V5.0.0 Technical Specification Group Radio Access Network; High Speed Downlink Packet Access: lub/lur protocol aspects (Release 5). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.877/25877-510.zip
- [77] Rdio-Electronics.com. (2016, Abril) HSDPA UE categories and data rates. [Online]. <http://www.radio-electronics.com/info/cellular/telecomms/3g-hspa/hsdpa-ue-categories-data-rates.php>
- [78] Radio-electronics.com. (2016, Abril) HSUPA Category Definitions and Data Rates. [Online]. <http://www.radio-electronics.com/info/cellular/telecomms/3g-hspa/hsupa-category-categories-data-rates.php>
- [79] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2006, Marzo) TS 25.309 V6.6.0 Technical Specification Group Radio Access Network; FDD Enhanced Uplink; Overall description; Stage 2 (Release 6). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.309/25309-660.zip
- [80] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2004, Marzo) TR 25.896 V6.0.0 Technical Specification Group Radio Access Network; Feasibility Study for Enhanced Uplink for UTRA FDD (Release 6). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.896/25896-600.zip
- [81] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2016, Marzo) TS 25.214 V13.2.0 Technical Specification Group Radio Access Network; Physical layer procedures (FDD) (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.214/25214-d20.zip
- [82] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2016, Marzo) TS 36.101 V13.3.0 Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/36_series/36.101/36101-d30.zip
- [83] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2016, Marzo) TS 36.300 V13.3.0 Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/36_series/36.300/36300-d30.zip
- [84] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2016, Marzo) TS 23.002 V13.5.0 Technical Specification Group Services and System Aspects; Network architecture (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/23_series/23.002/23002-d50.zip
- [85] 3rd Generation Partnership Project 3GPP. (2016, Marzo) TS 36.213 V13.1.1 Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/36_series/36.213/36213-d11.zip
- [86] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). (2014, Septiembre) 3GPP TS 25.301 Radio Interface Protocol Architecture. [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.301/25301-c00.zip
- [87] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). (2015, June) 3GPP TS 24.008 Mobile radio interface Layer 3 specification; Core network protocols; Stage 3. [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/24_series/24.008/24008-d20.zip
- [88] Telecomhall. (2013, MAYO) WHAT IS RRC AND RAB. [Online]. <http://www.telecomhall.com/what-is-rrc-and-rab.aspx>
- [89] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). (2015, Sep.) 3GPP TS 25.331 Radio Resource Control (RRC); Protocol Specification (Release 13). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.331/25331-d00.zip
- [90] Sumit Katera, *3G Networks: Architecture, Protocols & Procedures (Hardcover)*. New Deli, India: Tata McGraw-Hill, 2004.

- [91] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). (2015, Junio) 3GPP TS 23.060 General Packet Radio Service (GPRS); Service description; Stage 2. [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/23_series/23.060/23060-d30.zip
- [92] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). (2015, Junio) 3GPP TS 29.060 General Packet Radio Service (GPRS); GPRS Tunnelling Protocol (GTP) across the Gn and Gp interface. [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/29_series/29.060/29060-d10.zip
- [93] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). (2012, Septiembre) 3GPP TR 25.993 Typical examples of Radio Access Bearers (RABs) and Radio Bearers (RBs) supported by Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) (Release 11). [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/25_series/25.993
- [94] Secayó, Joph. (2013, Mayo) www.secayo.com. [Online]. <http://www.secayo.com/blog/2013/definicion-de-los-codigos-de-respuesta-ftp.asp>
- [95] Ascom. (2011, Abril) Tems Presentation 2.3 User's Manual.
- [96] Ascom. (2014, Abril) Tems Discovery Device 10.0 User's Guide.
- [97] Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2012, Noviembre) Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicación. [Online]. http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-3860_doc_norma.pdf
- [98] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). (2013, Junio) 3GPP TS 24.007 Mobile Radio Interface Layer 3 Specification; Core Network Protocols; Stage 3. [Online]. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/24_series/24.007/24007-c00.zip
- [99] European Telecommunications Standardization Institute. (2010, Julio) EG 202 765-1 Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS and network performance metrics and measurement methods; Part 1: General considerations. [Online]. http://www.etsi.org/deliver/etsi_eg/202700_202799/20276501/01.01.02_60/eg_20_276501v010102p.pdf
- [100] Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T. (2011, Diciembre) G.1541: Network performance objectives for IP-based services. [Online]. https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-Y.1541-201112-!PDF-E&type=items
- [101] Ascom. (2015, Febrero) Ascom Tems Discovery. [Online]. <http://www.ascom.com/nt/en/index-nt/tems-products-3/tems-discovery-11.htm#overview>
- [102] Comisión para el seguimiento de la Calidad en la Prestación de los Servicios de Telecomunicaciones. (2015, Mayo) Criterios Adicionales para la Medición de los Parámetros de Calidad de Servicio Específicos para el Servicio de Acceso a Internet. [Online]. http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/es-ES/Servicios/CalidadServicio/DocRef/DocumentacionReferencia/1.%20Calidad%20de%20servicio/Criterios_Adicionales_Internet_V1.pdf
- [103] Superintendencia de Telecomunicaciones Costa Rica. (2014, ABRIL) RCS-061-2014; Procedimiento para la medición del desempeño del servicio de transferencia de datos. [Online]. http://sutel.go.cr/sites/default/files/calidad_2014_sutel-rcs-061-2014_procedimiento_para_la_medicion_del_desempeno_del_servicio_de_transferencia_de_datos_en_redes_moviles_comercialmente_conocido_como_internet_movil.pdf
- [104] Alcatel-Lucent. (2011, Noviembre) The LTE Network Architecture, A comprehensive Tutorial. [Online]. <http://resources.alcatel-lucent.com/?cid=183817>
- [105] European Telecommunications Standardization Institute ETSI, TS 102 250-2 Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation, 2011.

ANEXO 1 Modelo de reporte para PRUEBA DATOS – FTP 3G



Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio FTP

Fecha del reporte

{Report Date}

Fecha de mediciones:

{Date of Dataset}

Fuente de Datos:

{Name of Data}

Creado con:

{Create With}

Opciones de Reporte

{Report Options}

ALEX TROYA ALDAZ

2016

Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio FTP

WCDMA

TEMS Discovery



Parámetros calidad Pruebas FTP DOWNLOAD

Operator	Tipo de Prueba	Porcentaje de Accesos Exitosos (%)	Tiempo de Acceso al Servicio FTP (s)	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Porcentaje de Sesiones FTP Fallidas (%)	Tiempo de Duración de la Sesión FTP (s)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
{RepeatFlag}Rep_Operator	{RepeatFlag}gf_grp	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Download_Setup_Success_Ratio_Method_A]	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Download_Setup_Time_sec_Method_A]	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Download_Data_Transfer_Success_Ratio_Method_A]	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Download_Data_Transfer_Cutoff_Ratio_Method_A]	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Download_Data_Transfer_Time_sec_Method_A]	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Download_Mean_Data_Rate_kbps_Method_A]
{RepeatFlag}Rep_Operator\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y|1\$D|V {RepeatFlag}gf_grp\$Key|GlobalArray\$GlobalFlag|FTP_Grouping_gf\$Y|7\$D|V {SetGlobal\$Flag|FTP_Grouping_gf\$Action|GetUnique\$C|_Entire_}{!ADV}.[@Benchmarking_Reports].[Grouping_with_Direction_FTP]							

Parámetros calidad Pruebas FTP UPLOAD

Operator	Tipo de Prueba	Porcentaje de Accesos Exitosos (%)	Tiempo de Acceso al Servicio FTP (s)	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Porcentaje de Sesiones FTP Fallidas (%)	Tiempo de Duración de la Sesión FTP (s)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
{RepeatFlag}Rep_Operator	{RepeatFlag}gf_grp	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Upload_Setup_Success_Ratio_Method_A]	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Upload_Setup_Time_sec_Method_A]	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Upload_Data_Transfer_Success_Ratio_Method_A]	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Upload_Data_Transfer_Cutoff_Ratio_Method_A]	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Upload_Data_Transfer_Time_sec_Method_A]	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KP Is].[FTP_Upload_Mean_Data_Rate_kbps_Method_A]
{RepeatFlag}Rep_Operator\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y|1\$D|V {RepeatFlag}gf_grp\$Key|GlobalArray\$GlobalFlag|FTP_Grouping_gf\$Y|7\$D|V {SetGlobal\$Flag|FTP_Grouping_gf\$Action|GetUnique\$C|_Entire_}{!ADV}.[@Benchmarking_Reports].[Grouping_with_Direction_FTP]							



Throughput

Operator	Tipo de Prueba	# Muestras Downlink	Velocidad Downlink Min [kbps]	Velocidad Downlink Prom [kbps]	Velocidad Downlink Max [kbps]		# Muestras Uplink	Velocidad Uplink Min [kbps]	Velocidad Uplink Prom [kbps]	Velocidad Uplink Max [kbps]
{RepeatFlag}Rep_	{RepeatFlag}gf_gr	{Count\$C}_Entire_\$S}_Online_}{!ADV	{Min\$C}_Entire_\$S}_Online_}{!ADV	{Mean\$C}_Entire_\$S}_Online_}{!ADV	{Max\$C}_Entire_\$S}_Online_}{!ADV	{Count\$C}_Entire_\$S}_Online_}{!ADV	{Count\$C}_Entire_\$S}_Online_}{!ADV	{Min\$C}_Entire_\$S}_Online_}{!ADV	{Mean\$C}_Entire_\$S}_Online_}{!ADV	{Max\$C}_Entire_\$S}_Online_}{!ADV
{Repeat}Flag|Rep_Operator\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y|1\$D|V										
{Repeat}Flag|gf_grp\$Key|GlobalArray\$GlobalFlag|FTP_Grouping_gf\$Y|7\$D|V										
{SetGlobal\$Flag|FTP_Grouping_gf\$Action|GetUnique\$C}_Entire_}{!ADV}.{@Benchmarking_Reports}.{@Benchmarking_Reports}|FTP_Grouping_with_Direction_FTP|										

Attach

Operator	PS Attach	Fallas - PS Attach	Tiempo de establecimiento Attach (s)	PS Detach	Duración de Conexión RRC (ms)
{RepeatFlag}Rep_Operator	{Count}{!Event}.{@TEMS_Collector\$Events}.IPS	{Count}{!Event}.{@TEMS_Collector\$Events}.IPS	{Mean}{!ADV}.{@TEMS_Service_KP\$Events}.IPS	{Count}{!Event}.{@TEMS_Collector\$Events}.IPS	{Mean}{!ADV}.{@Discovery_Events}.RRR_Connectio
{Repeat}Flag|Rep_Operator\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y|1\$D|V					

PDP

Operator	Conexiones PDP_Context Exitosas	Conexiones PDP_Context Fallidas	Desactivaciones de PDP_Context	Tiempo de Conexión de PDP_Context (s)	Tiempo desde PS_Call_RRC_Request hasta PDP_Accept (s)	Tiempo de desactivación de PDP_Context (ms)	Tiempo de duración de PDP_Context (ms)
{RepeatFlag}Rep_Operator	{Count}{!ADV}.{@TEMS_Service_KP\$Events}.PDP	{Count}{!Event}.{@TEMS_Collector\$Events}.PDP	{Count}{!Event}.{@TEMS_Collector\$Events}.PDP	{Mean}{!ADV}.{@TEMS_Service_KP\$Events}.PDP	{Mean}{!ADV}.{@Discovery_Events}.Originating_PS	{Mean}{!ADV}.{@Discovery_Events}.PDP_DeActivati	{Mean}{!ADV}.{@Discovery_Events}.PDP_Hold_Tim
{Repeat}Flag|Rep_Operator\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y|1\$D|V							

FTP

Operator	Inicio de prueba FTP Download	Inicio de prueba FTP Upload	Error en prueba de FTP Download	Error en prueba de FTP Upload	Finalización de Prueba FTP Download	Finalización de Prueba FTP Upload	Tiempo entre Inicio y Fin de Prueba FTP_Download (s)	Tiempo entre Inicio y Fin de Prueba FTP_Upload (s)	Duración de la Llamada de Datos (ms)	Tiempo desde PS_Start hasta Setup_OK (ms)
{RepeatFlag}Rep_Operator	{Count}{!Event}.{@TEMS_Collector\$Events}.IFTP	{Count}{!Event}.{@TEMS_Collector\$Events}.IFTP	{Count}{!Event}.{@TEMS_Collector\$Events}.IFTP	{Count}{!Event}.{@TEMS_Collector\$Events}.IFTP	{Count}{!Event}.{@TEMS_Collector\$Events}.IFTP	{Count}{!Event}.{@TEMS_Collector\$Events}.IFTP	{Mean}{!ADV}.{@TEMS_Service_KP\$Events}.IFTP	{Mean}{!ADV}.{@TEMS_Service_KP\$Events}.IFTP	{Mean}{!ADV}.{@Discovery_Events}.PS_Call_Hold_Duration_ms	{Mean}{!ADV}.{@Discovery_Events}.PS_Start_to_Setup_OK
{Repeat}Flag|Rep_Operator\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y|1\$D|V										



Velocidad de Datos

Grouping: {RepeatFlag}rep_Grp_w_D

Definition {Chart}18,16

Descriptive

Display

Series Title	V11	W11	X11	Y11	Z11	AA11	AB11	AC11	AD11	AE11
Chart Type	Line	Line	Line	Line	Line	Line	Line	Line	Line	Line
Chart Layout#										
Plot By	Column	Column	Column	Column	Column	Column	Column	Column	Column	Column
Chart Title	Throughput [kbps]									
X Values	U12	U12	U12	U12	U12	U12	U12	U12	U12	U12
X Title	[kbps]									
Y Values	V12	W12	X12	Y12	Z12	AA12	AB12	AC12	AD12	AE12
Y Title	[% of Total]									
# of Banc	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

{Repeat}Flag|rep_Grp_w_D\$Key|GlobalArray\$GlobalFlag|gf_Grp_w_D\$Y|25\$D|V

{SetGlobal\$Flag|gf_Grp_w_D\$Action|GetUnique\$C|_Entire_}[!ADV].[@Benchmarking_Reports].[Grouping_with_Direction_FTP]

Mapa Velocidad Vehículo (Kph)

{Map View GIS:True;Map\$ Cell:False;ClusterArea:False;Polygon:False;DT:False;NoUDRFiltering:False



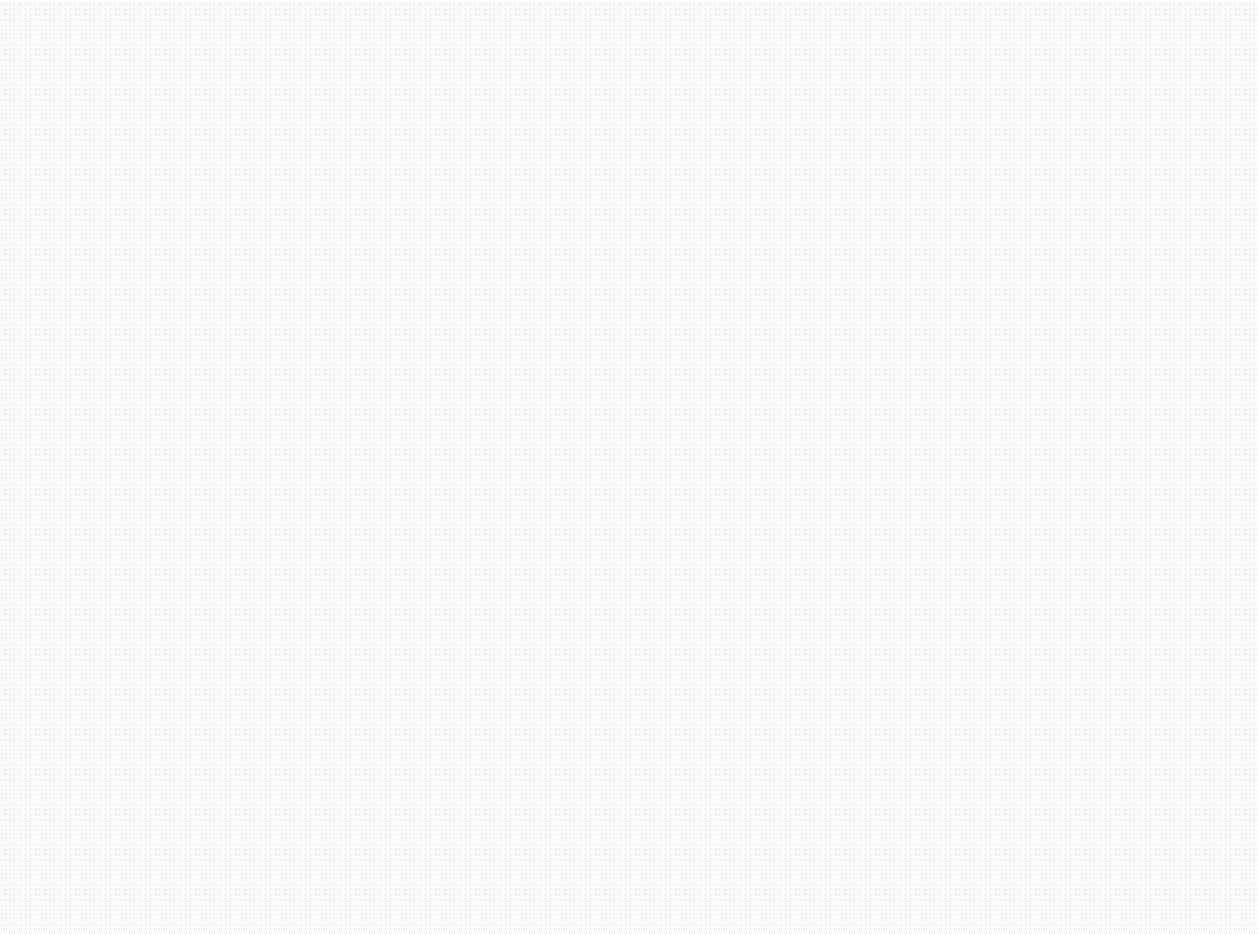
Mapa FTP Throughput Downlink (Kbps)

{Map View GIS:True;Map\$ Cell:False;ClusterArea:False;Polygon:False;DT:False;NoUDRFiltering:False



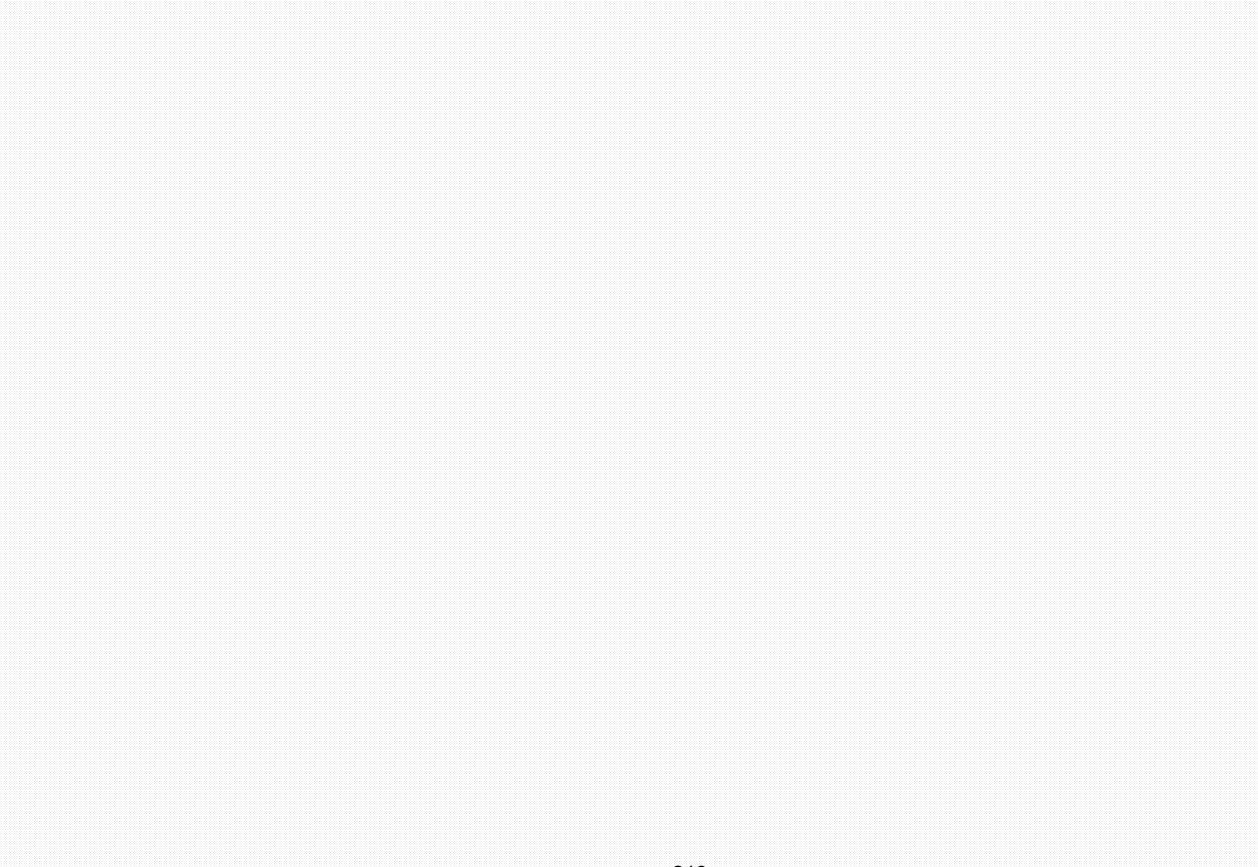
Mapa FTP Throughput Uplink (Kbps)

{ Map View GIS: True; Map Cell: False; ClusterArea: False; Polygon: False; DT: False; NoUDRFiltering: False



Mapa Velocidad Requerida (Kbps)

{ Map View GIS: True; Map Cell: False; ClusterArea: False; Polygon: False; DT: False; NoUDRFiltering: False



Mapa Velocidad Agendada (Kbps)

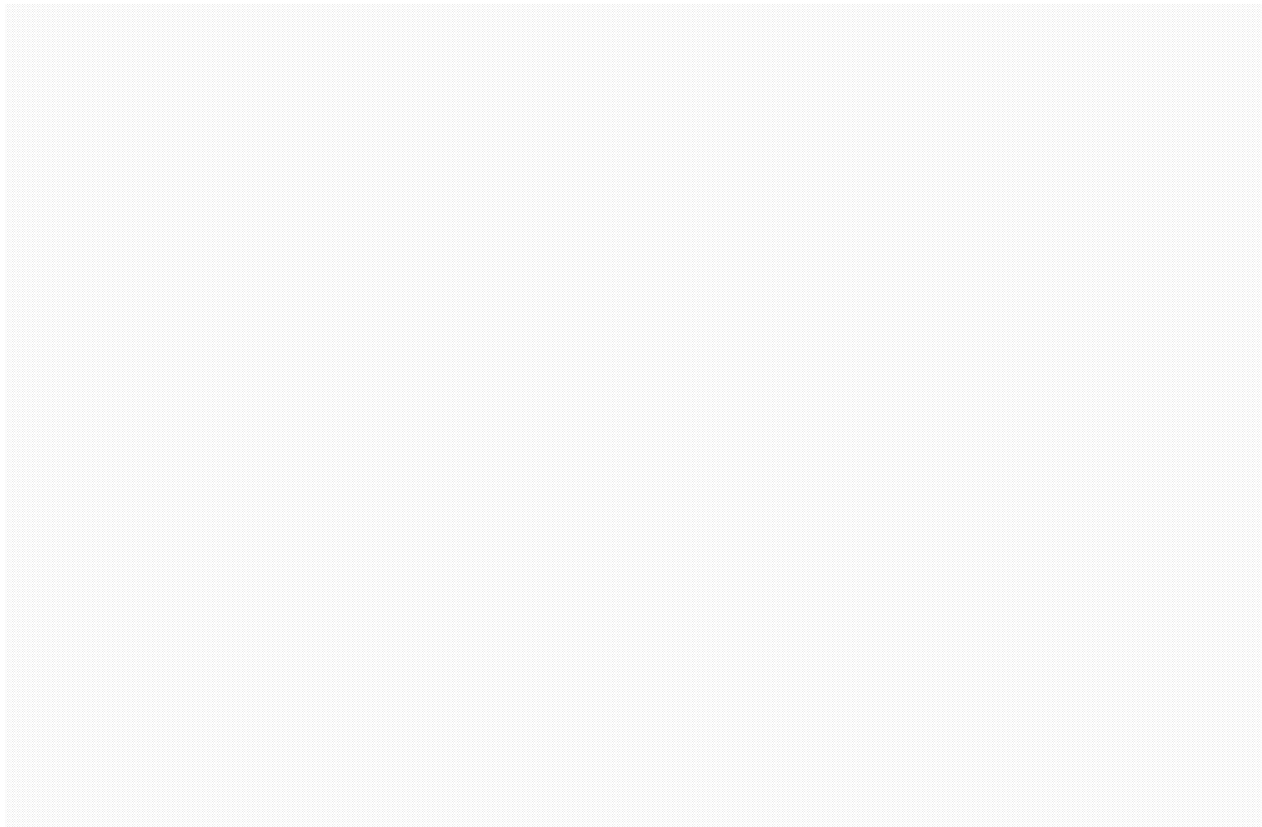
{Map View GIS:True;Map\$ Cell:False;ClusterArea:False;Polygon:False;DT:False;NoUDRFiltering:False

Mapa Velocidad Servida (Kbps)

{Map View GIS:True;Map\$ Cell:False;ClusterArea:False;Polygon:False;DT:False;NoUDRFiltering:False

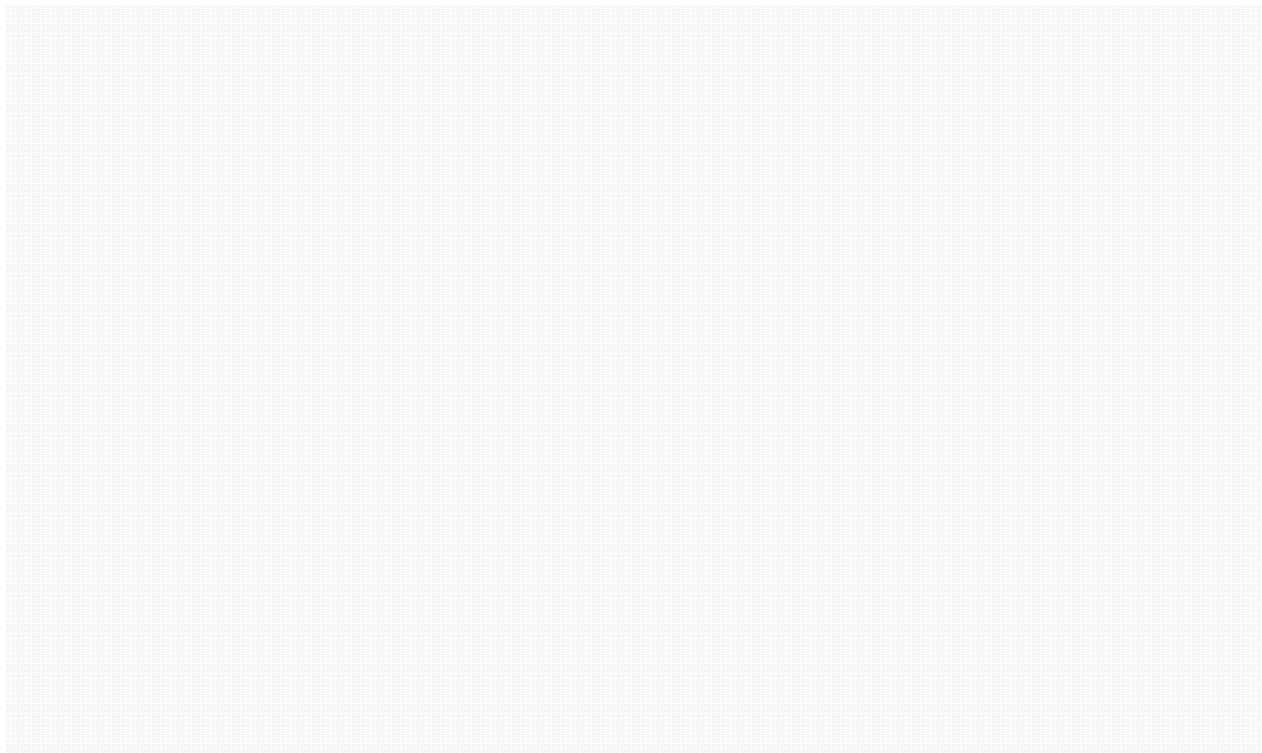
Correlación: Velocidad Requerida vs CQI

{Correlati XY# ;Aggr#Def {Correlation Chart}[!M].[&HSDPA Throughput].[HS Phy Requested Throughput Total (kbps)]



Correlación: Velocidad Agendada vs CQI

{Correlati XY# ;Aggr#Def {Correlation Chart}[!M].[&HSDPA Throughput].[HS Phy Scheduled Throughput Total (kbps)]



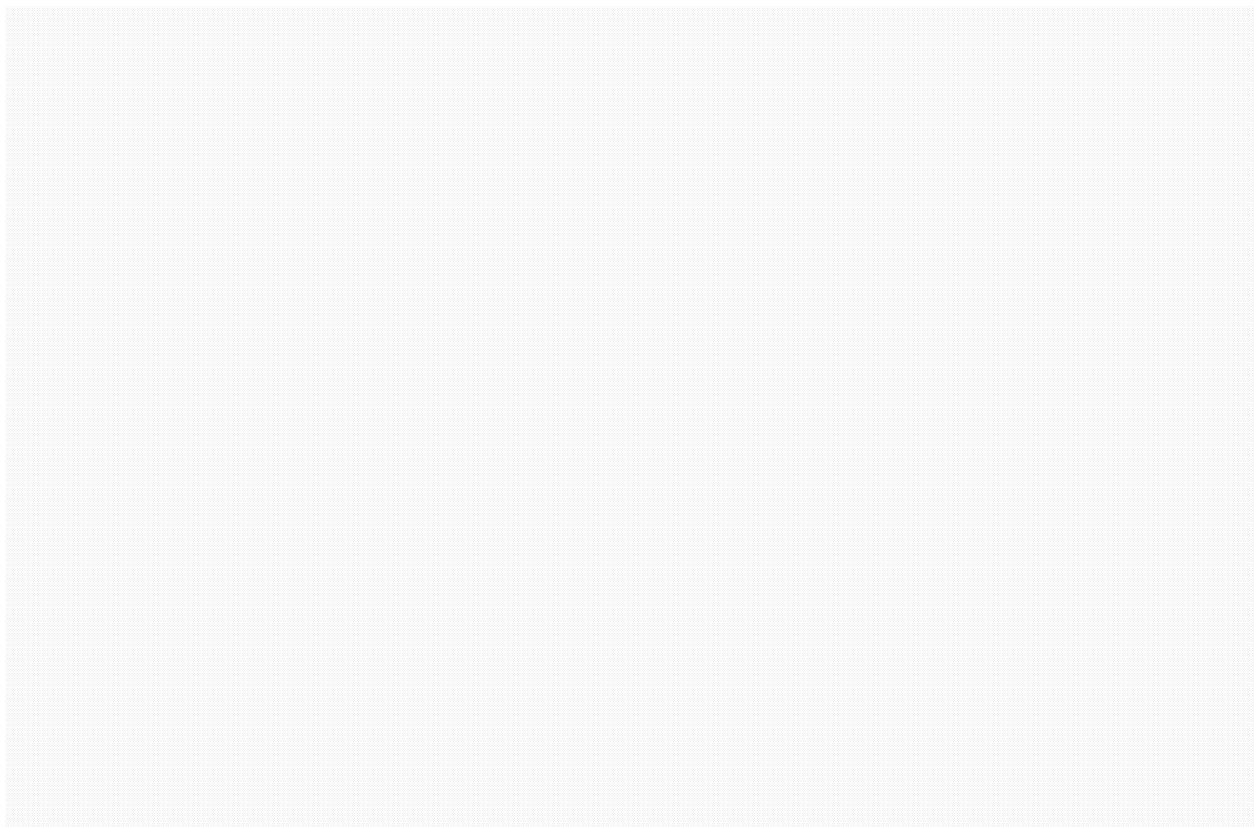
Correlación: Velocidad Servida vs CQI

{Correlatic XY#;Aggr#Def {Correlation Chart}[!M].[&HSDPA Throughput].[HS Phy Served Throughput Total (kbps)]



Correlación: Velocidad FTP downlink vs CQI

{Correlatic XY#;Aggr#Def {Correlation Chart}[!ADV].[@Benchmarking_Reports].[FTP_File_Throughput]





Reporte de Calidad de Señal WCDMA y Superior - FTP

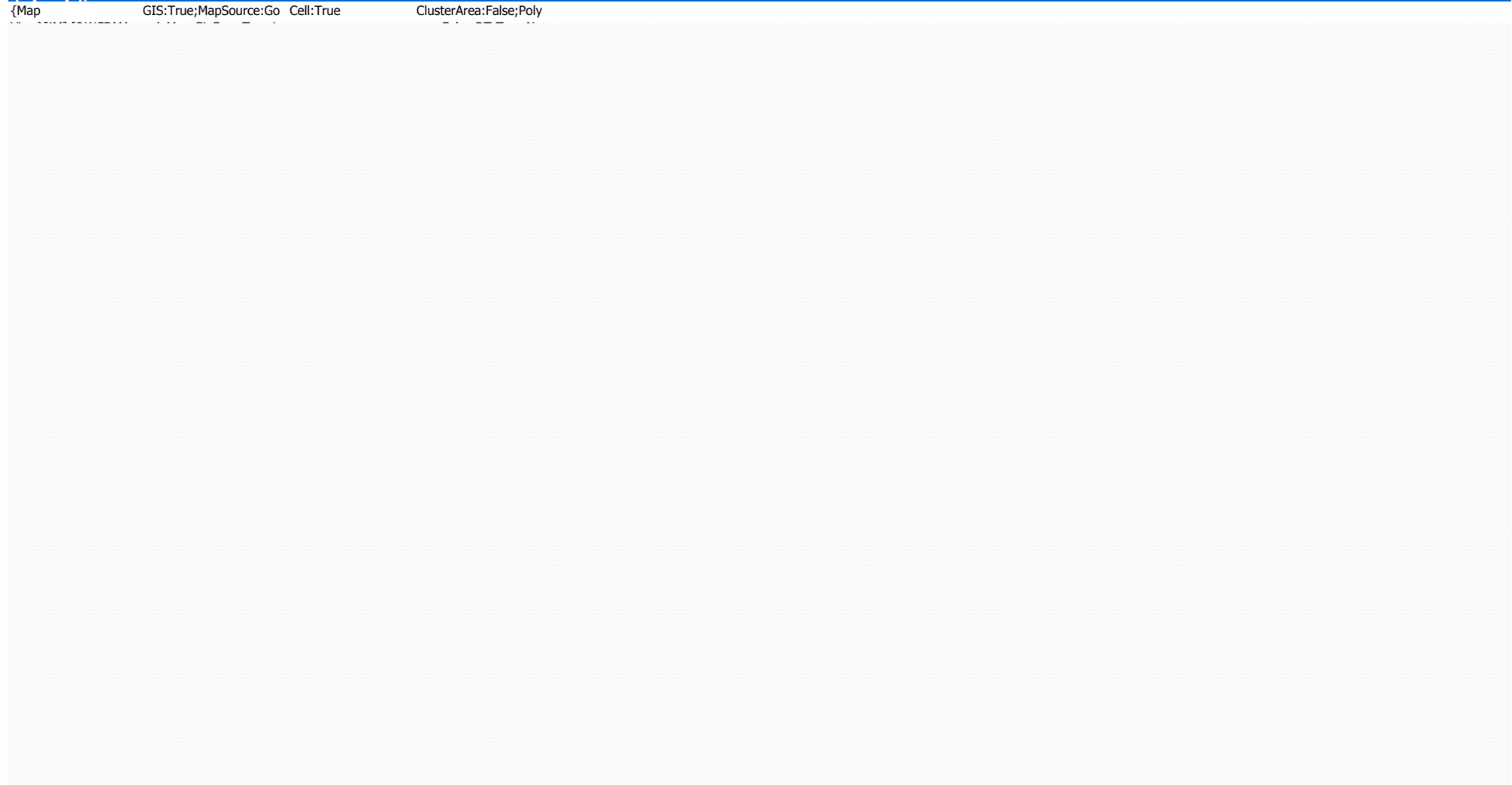
WCDMA
TEMS
Discovery

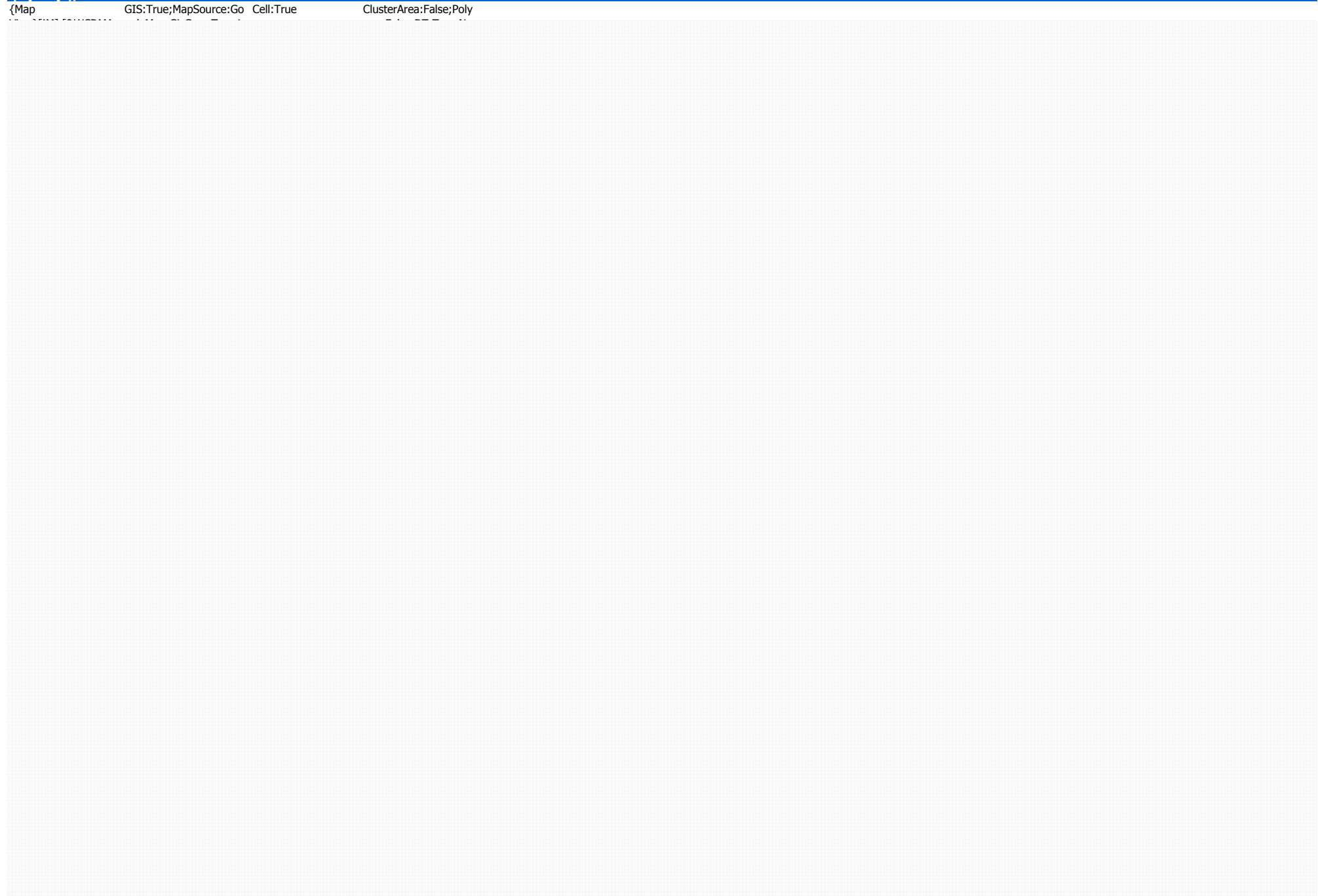
Nombre de los Datos: {Name of Data}

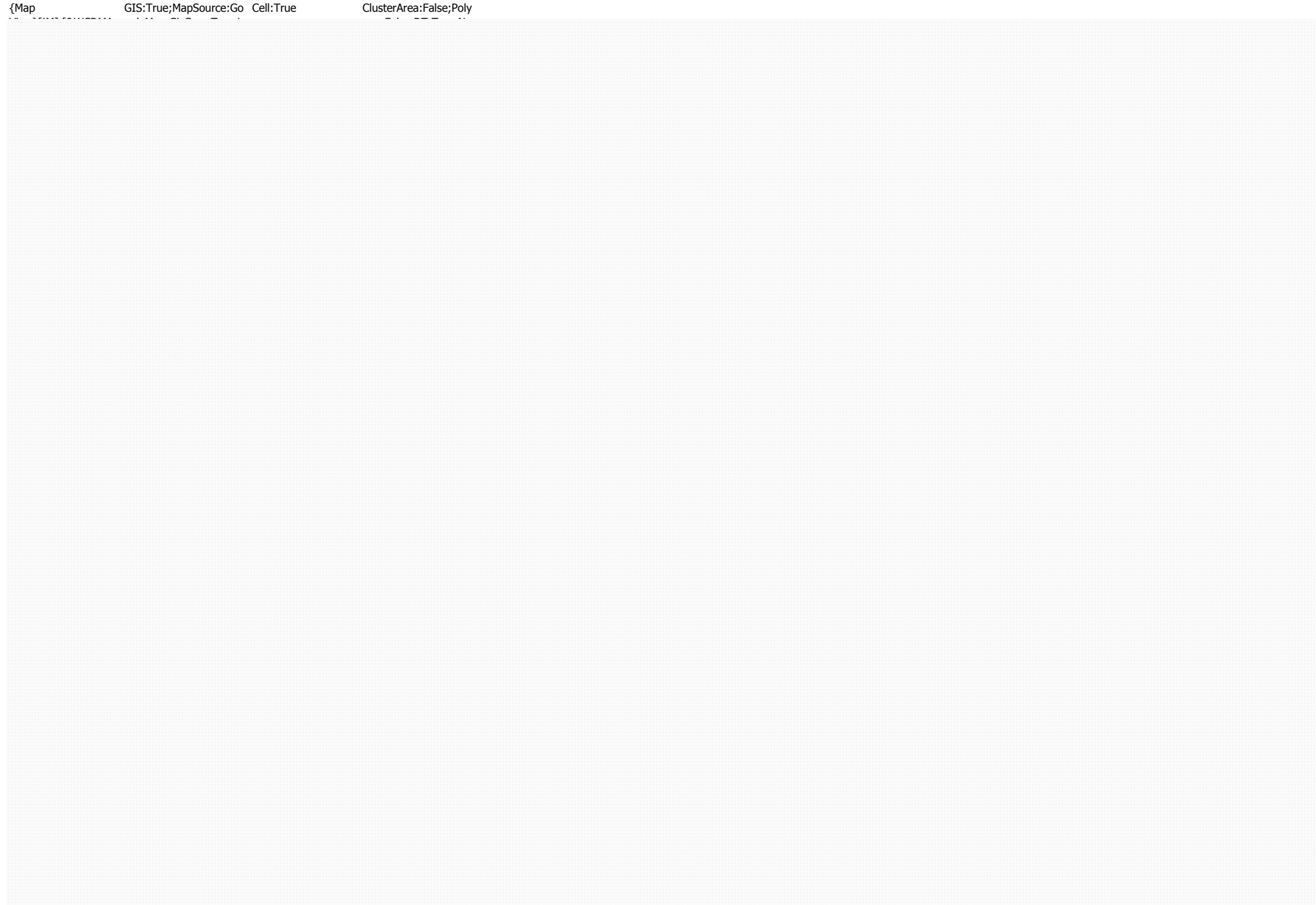
Fecha de la Medición: {Date of Dataset}

		Threshold	Rate	Target	Green	Yellow	Red
Smample RF Metrics	Ec/Io Activo	>-12dB	{% Meeting Cond\$R} >=	> 96%	> 96%	94 - 96%	< 94%
	RSCP - Received	> -80 dBm	{% Meeting Cond\$R} >=	> 96%	> 96%	94 - 96%	< 94%
	Rx Power	>-85dBm	{% Meeting Cond\$R} >=	> 98%	> 98%	95 - 98%	< 95%
	Tx Power	<0 dBm	{% Meeting	> 98%	> 98%	95 - 98%	< 95%

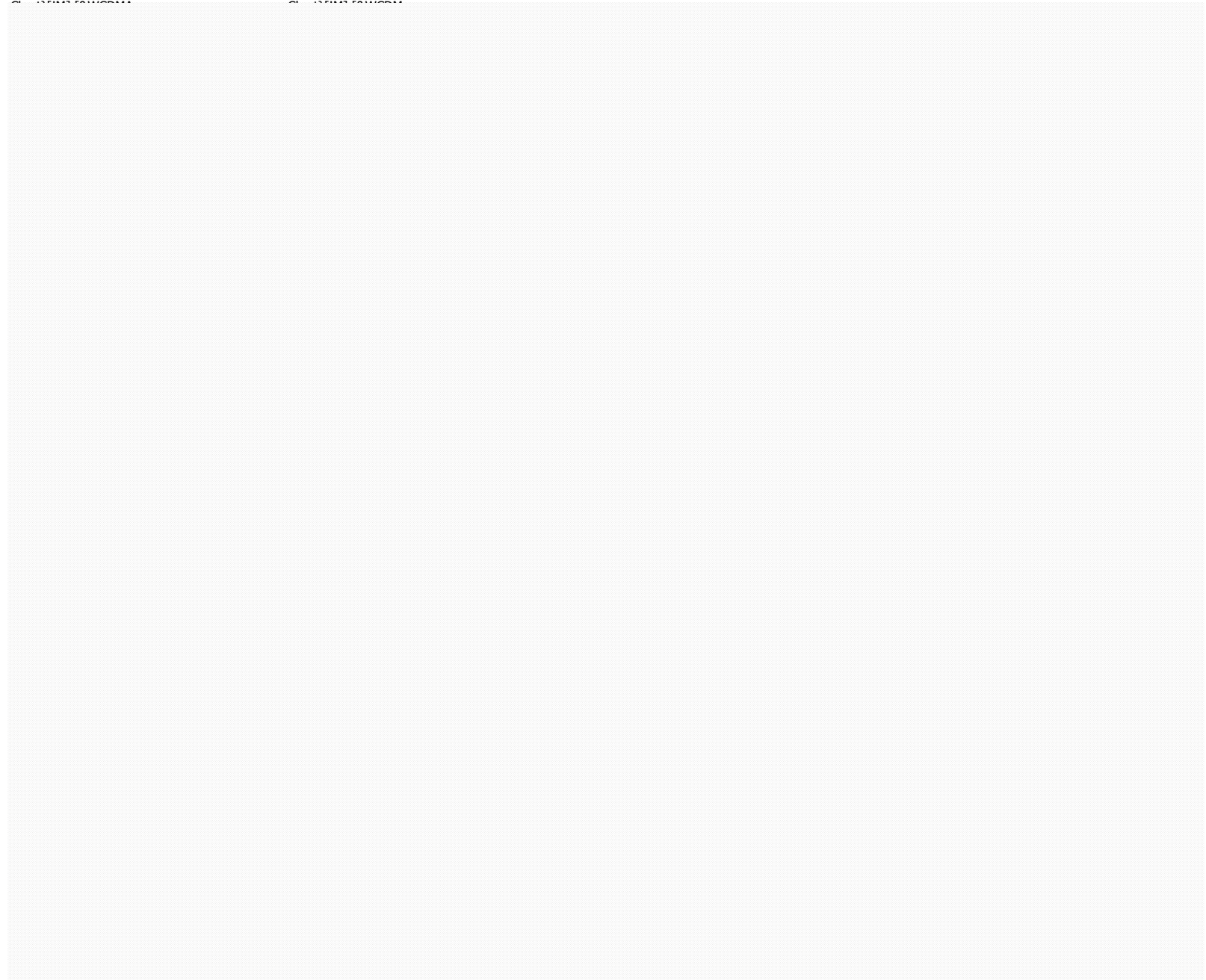
Single Value								
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold
Agg. Active Ec/Io (dB)	{Count}!	{Mean}![M],[&WCDMA Cell Measurements],[Agg. Active Ec/Io (dB)]	{Max}![M].[	{Min}![M].[	{Linear	{90%-	{Standard	{% Meeting
RSCP - Received	{Count}!	{Mean}![M],[&WCDMA Cell Measurements],[Agg. Active RSCP (dBm)]	{Max}![M].[	{Min}![M].[	{Linear	{90%-	{Standard	{% Meeting
Signal Code Power	{Count}!	{Mean}![M],[&WCDMA Cell Measurements],[Signal Code Power (dBm)]	{Max}![M].[	{Min}![M].[	{Linear	{90%-	{Standard	{% Meeting
Rx Power	{Count}!	{Mean}![M],[&WCDMA Rx Tx Power],[Rx Power (dBm)]	{Max}![M].[	{Min}![M].[	{Linear	{90%-	{Standard	{% Meeting
Tx Power	{Count}!	{Mean}![M],[&WCDMA Rx Tx Power],[Tx Power (dBm)]	{Max}![M].[	{Min}![M].[	{Linear	{90%-	{Standard	{% Meeting







{Correlation
Fit#2;XY#;Aggr#Default {Correlation



Diagramas

Definition	{Chart}[!M].[&WCDMA Cell	{Chart}[!M].[&WCDM A Cell
Descriptive	Count	Count
Display	PDF	CDF
Series Title	Ec/Io PDF	Ec/Io CDF
Chart Type	xlColumnClustered	xlLine
Chart Layout#		
Plot By		
Chart Title	Agg. Active Ec/Io (dB)	
X Values		
X Title		
Y Values		
Y Title		
# of Bands		
Sort Order		
Correlation Key		

Estadísticas del

Definition	{Chart}15,8	{Chart}15,8
Descriptive		
Display		
Series Title	Success	Fail
Chart Type	ColumnClustered	ColumnClustered
Chart Layout#		33
Plot By	Column	Column
Chart Title	Soft Handoff	
X Values	K161	K161
X Title	Success	Fail
Y Values	L191	M191
Y Title	COUNT	COUNT
# of Bands		33

Radio Link	Success	Fail
Addition	{Count}[!E vent1.f.@Dis	{Count}[!Ev ent1.f.@Disc
Removal	{Count}[!E vent1.f.@Dis	{Count}[!Ev ent1.f.@Disc
Replacemen	{Count}[!E t vent1.f.@Dis	{Count}[!Ev ent1.f.@Disc

Tendencia del valor

Definition	{Trend
Descriptive	Chart\$PIHour}{!M}.f&W Mean
Display	Value
Series Title	Hour
Chart Type	ColumnClustered
Chart Layout#	
Plot By	Column
Chart Title	Valor de "Agg. Active Ec/Io" por hora
X Values	
X Title	
Y Values	
Y Title	
# of Bands	12
Sort Order	
Correlation Key	

Características por

Definition	{Chart}{!M}.[&WCDMA
Descriptive	Rx Tx Power].[Tx Power Max
Display	Value
Series Title	Tx power
Chart Type	ColumnClustered
Chart Layout#	4
Plot By	xlColumns
Chart Title	Diez primeros niveles más altos de Tx power
X Values	
X Title	
Y Values	
Y Title	
# of Bands	10
Sort Order	Descending
Correlation Key	{Correlation}{!Mid}.[&Cel

Definition	{Chart}{!M}.[&WCDMA Rx Tx Power].[Rx Power
Descriptive	Mean
Display	Value
Series Title	Tx power
Chart Type	ColumnClustered
Chart Layout#	4
Plot By	xlColumns
Chart Title	Diez valores más bajos de Rx Power por Celda
X Values	
X Title	
Y Values	
Y Title	
# of Bands	10
Sort Order	Ascending
Correlation Key	{Correlation}{!Mid}.[&Cel l ID - UMTS (Phone-

Definition	{Chart}{!M}.[&WCDMA Cell Mean
Descriptive	Mean
Display	Value
Series Title	Tx power
Chart Type	ColumnClustered
Chart Layout#	4
Plot By	xlColumns
Chart Title	Los diez valores más altos de RSCP
X Values	
X Title	
Y Values	
Y Title	
# of Bands	10
Sort Order	Descending
Correlation Key	{Correlation}{!Mid}.[&Cel l ID - UMTS (Phone-



Overview

Operador	GSM [s]	CDMA [s]	WCDMA [s]	WiMax [s]	LTE [s]	Total [s]
{RepeatFlag} Rep_Operador	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "GSM"); //	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "CDMA"); //	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "WCDMA"); //	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "WiMAX"); //	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "LTE"); //	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(IsValueValid(a_TechDetail)); //
	#iVALOR!	#iVALOR!	#iVALOR!	#iVALOR!	#iVALOR!	100

{Repeat}>Flag|Rep_Operator\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y|2\$D|V

GSM

Operador	GSM	GPRS	EDGE			Total
{RepeatFlag} Rep_Operador	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology_Detail]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "GSM"); //	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology_Detail]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "GPRS"); //	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology_Detail]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "EDGE"); //			{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "GSM"); //
	#iVALOR!	#iVALOR!	#iVALOR!			100

{Repeat}>F

WCDMA

Operador	WCDMA	HSPA	HSPA+			Total
{RepeatFlag} Rep_Operador	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology_Detail]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "WCDMA"); //	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology_Detail]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "HSPA"); //	{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology_Detail]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "HSPA+"); //			{Count\$C|_Entire_\$\$_Online_|!M}.&Tick (1 second)).[Tick]{_Online_|{*}a_TechDetail|!ADV].[Benchmarking_Reports].[Technology]|string|Static;EXPR|CONDITION_FLAG =(a_TechDetail == "WCDMA"); //
	#iVALOR!	#iVALOR!	#iVALOR!			100

{Repeat}>Flag|Rep_Operator\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y|2\$D|V

ANEXO 2 – Modelo de reporte para PRUEBA DATOS – HTTP 3G



Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio HTTP

Fecha del reporte

{Report Date}

Fecha de mediciones:

{Date of Dataset}

Fuente de Datos:

{Name of Data}

Creado con:

{Create With}

Opciones de Reporte

{Report Options}

ALEX TROYA ALDAZ

2016

Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio HTTP

WCDMA

TEMS Discovery



Parámetros calidad Pruebas HTTP

Operator	Tipo de Prueba	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
{RepeatFlag}Rep_Operator	{RepeatFlag}gf_grp	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KPIs].[HTTP_Download_Data_Transfer_Success_Ratio_Method_A]	{Mean}{!ADV}.[@TEMS_Service_KPIs].[HTTP_Download_Mean_Data_Rate_kbps_Method_A]

{Repeat}Flag|Rep_Operator\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y|1\$D|V

{Repeat}Flag|gf_grp\$Key|GlobalArray\$GlobalFlag|FTP_Grouping_gf\$Y|7\$D|V

{SetGlobal\$Flag|FTP_Grouping_gf\$Action|GetUnique\$C|_Entire_}{!ADV}.[@Benchmarking_Reports].[Grouping_with_Direction_FTP]

Velocidad (kbps)

Agrupado por: {RepeatFlag}gf_grp

Operador	# Muestras	Velocidad Min [kbps]	Velocidad Prom [kbps]	Velocidad Max [kbps]	
{RepeatFlag}Rep	<pre>{Count\$C|_Entire_\$S|_Online_}|[ADV].|[@Benchmarking_Reports],[HTTP_TTP_Throughput]_Throughput|{_Online_}|{*}_a_FTP_Grouping|[!ADV].|Benchmarking_Reports|[Grouping_with_Direction_Hon_HTTP|string|;EXPR] CONDITION_FLAG = (a_FTP_Grouping == @@"{{RepeatFlag}gf_grp}"); //</pre>	<pre>{Min\$C|_Entire_\$S|_Online_}|[ADV].|[@Benchmarking_Reports],[HTTP_TTP_Throughput]_Throughput|{_Online_}|{*}_a_FTP_Grouping|[!ADV].|Benchmarking_Reports|[Grouping_with_Direction_Hon_HTTP|string|;EXPR] CONDITION_FLAG = (a_FTP_Grouping == @@"{{RepeatFlag}gf_grp}"); //</pre>	<pre>{Mean\$C|_Entire_\$S|_Online_}|[ADV].|[@Benchmarking_Reports],[HTTP_TTP_Throughput]_Throughput|{_Online_}|{*}_a_FTP_Grouping|[!ADV].|Benchmarking_Reports|[Grouping_with_Direction_Hon_HTTP|string|;EXPR] CONDITION_FLAG = (a_FTP_Grouping == @@"{{RepeatFlag}gf_grp}"); //</pre>	<pre>{Max\$C|_Entire_\$S|_Online_}|[ADV].|[@Benchmarking_Reports],[HTTP_TTP_Throughput]_Throughput|{_Online_}|{*}_a_FTP_Grouping|[!ADV].|Benchmarking_Reports|[Grouping_with_Direction_Hon_HTTP|string|;EXPR] CONDITION_FLAG = (a_FTP_Grouping == @@"{{RepeatFlag}gf_grp}"); //</pre>	<pre>{Count\$C|_Entire_\$S|_Online_}|[ADV].|[@Benchmarking_Reports],[HTTP_TTP_Throughput]_Throughput|{_Online_}|{*}_a_Direction|[!ADV].|Benchmarking_Reports|[Grouping_with_Direction_Hon_HTTP|string|;EXPR] CONDITION_FLAG = (a_Direction == @@"{{RepeatFlag}ep_direction}&&a_FTP_Grouping == @@"{{RepeatFlag}gf_grp}"); //</pre>
{Repeat}Flag[Rep_Operators\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y]|\$IDV					
{Global}Flag[gf_grp\$Key|GlobalArray\$GlobalFlag|FTP_Grouping_gf\$Y|7\$D]V					
{SetGlobal\$FlagFTP_Grouping_gf\$Action|GetUniquesC|_Entire_}|[ADV].|[@Benchmarking_Reports],[Grouping_with_Direction_HTTP					

Attach

Operador	PS Attach	Fallas de PS Attach	Tiempo de establecimiento de Attach (s)	PS Detach	Duración de la Conexión RRC (ms)
{RepeatFlag}Rep_Operator	{Count}[!Event].[@TEMS_Collector_s_Events].[PS Attach]	{Count}[!Event].[@TEMS_Collector_s_Events].[PS Attach Failure]	{Mean}[!ADV].[@TEMS_Service_KPIs].[Attach_Setup_Time_sec]	{Count}[!Event].[@TEMS_Collector_s_Events].[PS Detach]	{Mean}[!ADV].[@Discovery_Events].[RRC_Connection_Duration_ms]
{Repeat}Flag|Rep_Operator\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y 1\$D V					

PDP

[illegible]

HTTP

Operador	Inicio HTTP	Errores en HTTP	Finalización de HTTP	Tiempo desde Inicio hasta fin de HTTP	Duración de la llamada PS (ms)	Tiempo desde PS_Start hasta Setup_OK (ms)
{RepeatFlag}Rep_Operator	{Count}[!Event].[@TEMS_Collector s_Events].[HTTP Start]	{Count}[!Event].[@TEMS_Collector s_Events].[HTTP Error]	{Count}[!Event].[@TEMS_Collector s_Events].[HTTP End]	{Mean}[!ADV].[@TEMS_Service_KP Is].[Seconds_Start_to_End_HTTP]	{Mean}[!ADV].[@Discovery_Events].[PS_Call_Hold_Duration_ms]	{Mean}[!ADV].[@Discovery_Events].[PS_Start_to_Setup_OK_ms]
{Repeat}Flag|Rep	Operator\$Key|device\$Attribute|Operator\$Y|ID|V					

ANEXO 3.- PRUEBA DATOS - FTP 3G OPERADOR 1



Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio FTP

Fecha del reporte

26/05/2016

Fecha de mediciones:

5/25/2016 10:03:53 AM~5/25/2016 4:55:57 PM

Fuente de Datos:

Project: TES ABRIL, Composite: 267 FTP 25 05 2016 OPERADOR 1

Creado con:

TEMS Discovery Professional(11.0.1 Build: 5722)

Opciones de Reporte

Collection Date Range: 5/25/16 10:3:00~5/25/16 16:55:59.999

Default Geo Region: E-15-RIO-01

Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio FTP

WCDMA

TEMS Discovery



Parámetros calidad Pruebas FTP DOWNLOAD

Operator	Tipo de Prueba	Porcentaje de Accesos Exitosos (%)	Tiempo de Acceso al Servicio FTP (s)	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Porcentaje de Sesiones FTP Fallidas (%)	Tiempo de Duración de la Sesión FTP (s)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
Operador 1	Transfer direction: Download | URI: ftp://200.24.208.66/10M.rar	98,65	2,53	100	0	144,44	721,15

Parámetros calidad Pruebas FTP UPLOAD

Operator	Tipo de Prueba	Porcentaje de Accesos Exitosos (%)	Tiempo de Acceso al Servicio FTP (s)	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Porcentaje de Sesiones FTP Fallidas (%)	Tiempo de Duración de la Sesión FTP (s)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
Operador 1	Transfer direction: Upload | URI: ftp://190.57.145.52/TEST/1000K	89,83	1,94	100	0	57,89	606,7



Throughput

Operator	Tipo de Prueba	# Muestras Downlink	Velocidad Downlink Min [kbps]	Velocidad Downlink Prom [kbps]	Velocidad Downlink Max [kbps]	# Muestras Uplink	Velocidad Uplink Min [kbps]	Velocidad Uplink Prom [kbps]	Velocidad Uplink Max [kbps]
Operador 1	Transfer direction: Download | URI: ftp://200.24.208.66/10M.rar	5135	0	481,2	1812,05	0			

Throughput

Operator	Tipo de Prueba	# Muestras Downlink	Velocidad Downlink Min [kbps]	Velocidad Downlink Prom [kbps]	Velocidad Downlink Max [kbps]	# Muestras Uplink	Velocidad Uplink Min [kbps]	Velocidad Uplink Prom [kbps]	Velocidad Uplink Max [kbps]
Operador 1	Transfer direction: Upload | URI: ftp://200.24.208.66/2000K	0				1767	0	238,71	1673,89

Attach

Operator	PS Attach	Fallas - PS Attach	Tiempo de establecimiento Attach (s)	PS Detach	Duración de Conexión RRC (ms)
Operador 1	60	0	0,94	58	73671,79

PDP

Operator	Conexiones PDP_Context Exitosas	Conexiones PDP_Context Fallidas	Desactivaciones de PDP_Context	Tiempo de Conexión de PDP_Context (s)	Tiempo desde PS_Call_RRC_Request hasta PDP_Accept (s)	Tiempo de desactivación de PDP_Context (ms)	Tiempo de duración de PDP_Context (ms)
Operador 1	60	0	60	1,64		268,02	252060,5

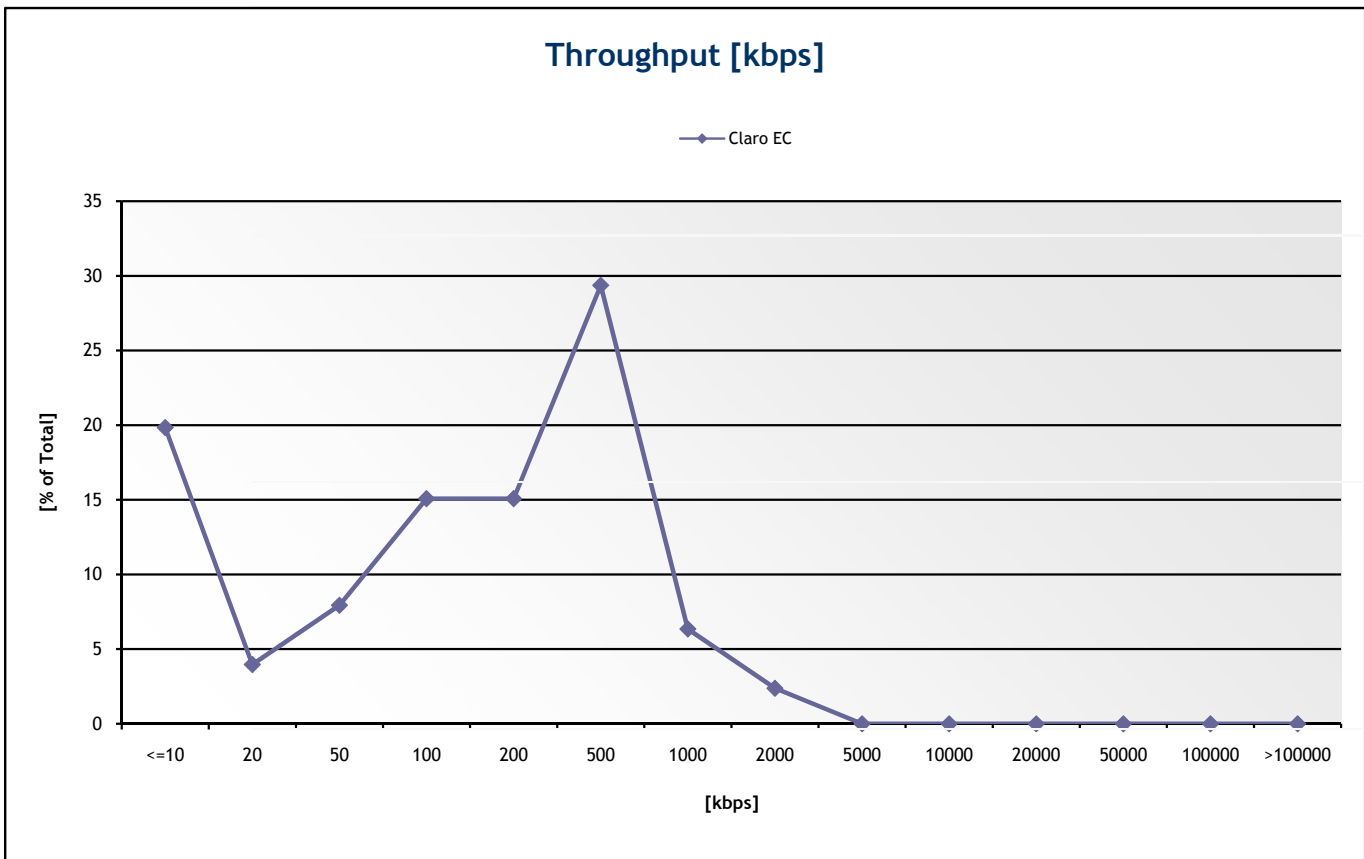
FTP

Operator	Inicio de prueba FTP Download	Inicio de prueba FTP Upload	Error en prueba de FTP Download	Error en prueba de FTP Upload	Finalización de Prueba FTP Download	Finalización de Prueba FTP Upload	Tiempo entre Inicio y Fin de Prueba FTP_Download (s)	Tiempo entre Inicio y Fin de Prueba FTP_Upload (s)	Duración de la Llamada de Datos (ms)	Tiempo desde PS_Start hasta Setup_OK (ms)
Operador 1	60	59	20	9	40	50	150,98	59,36	209820.3	2795,31



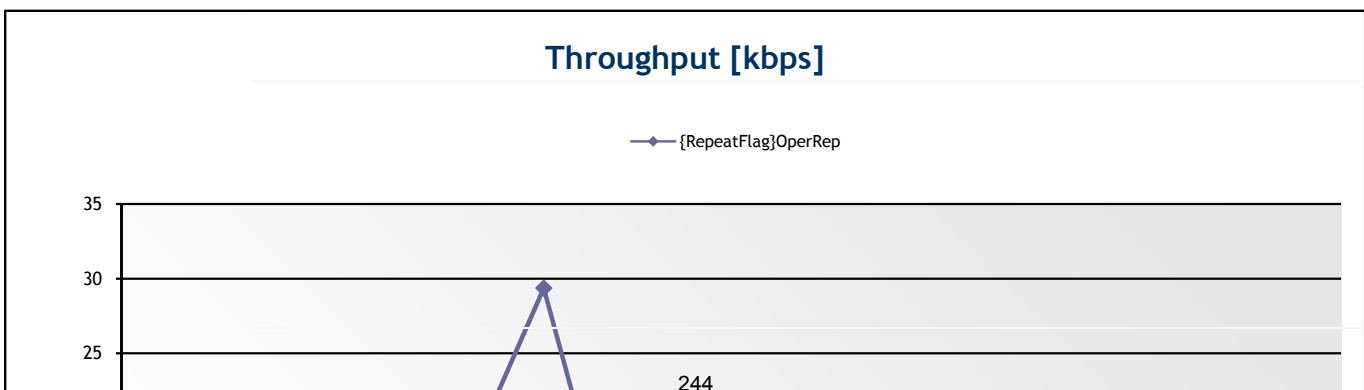
Velocidad de Datos

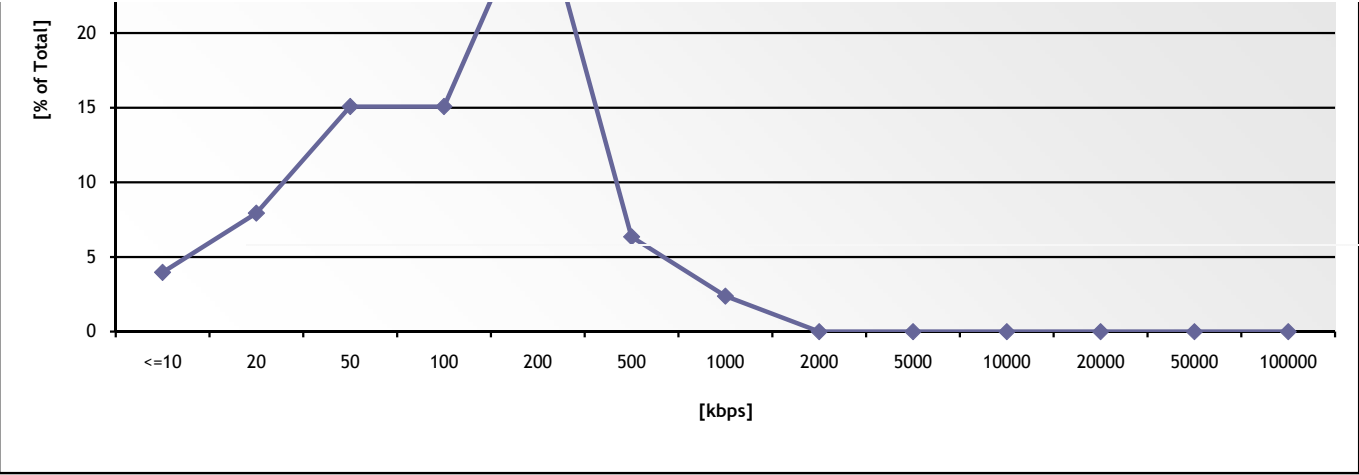
Grouping: Transfer direction: Download | URI: ftp://200.24.208.66/10M.rar



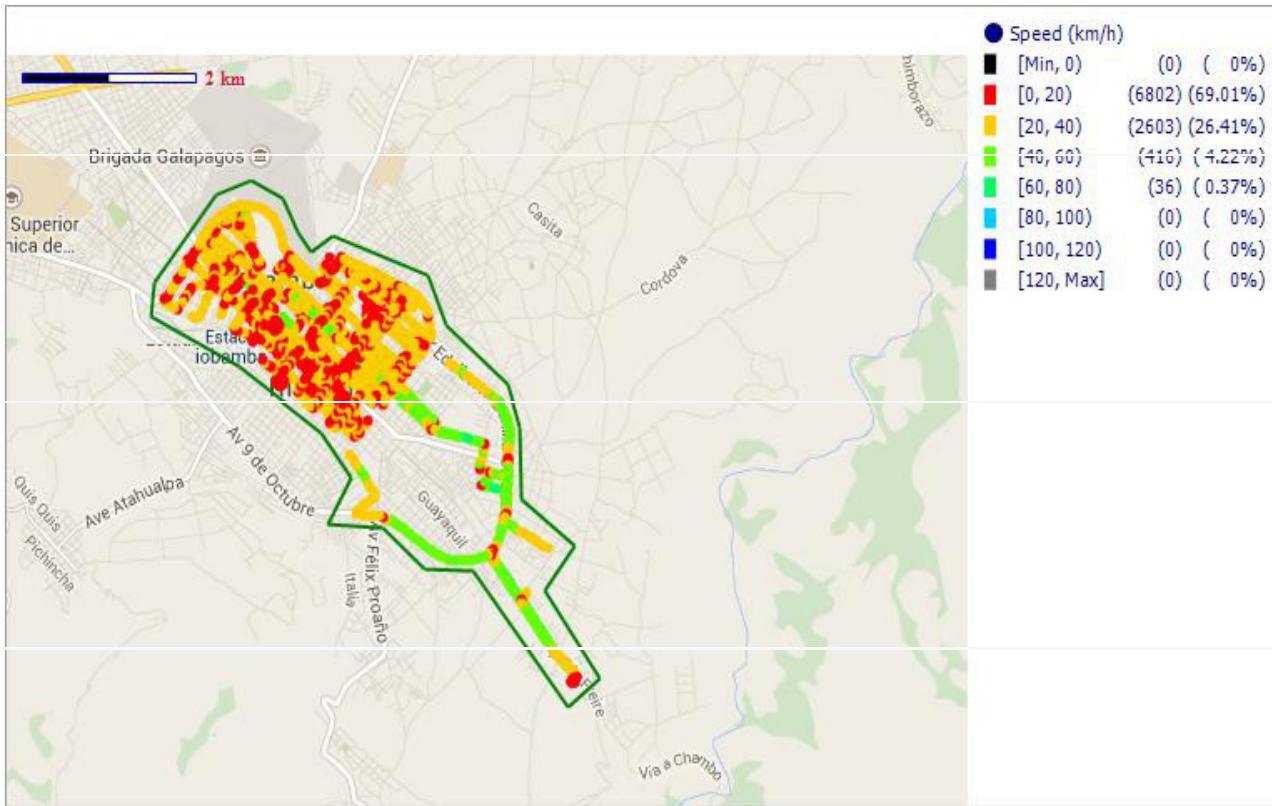
Velocidad de Datos

Grouping: Transfer direction: Upload | URI: ftp://200.24.208.66/2000K

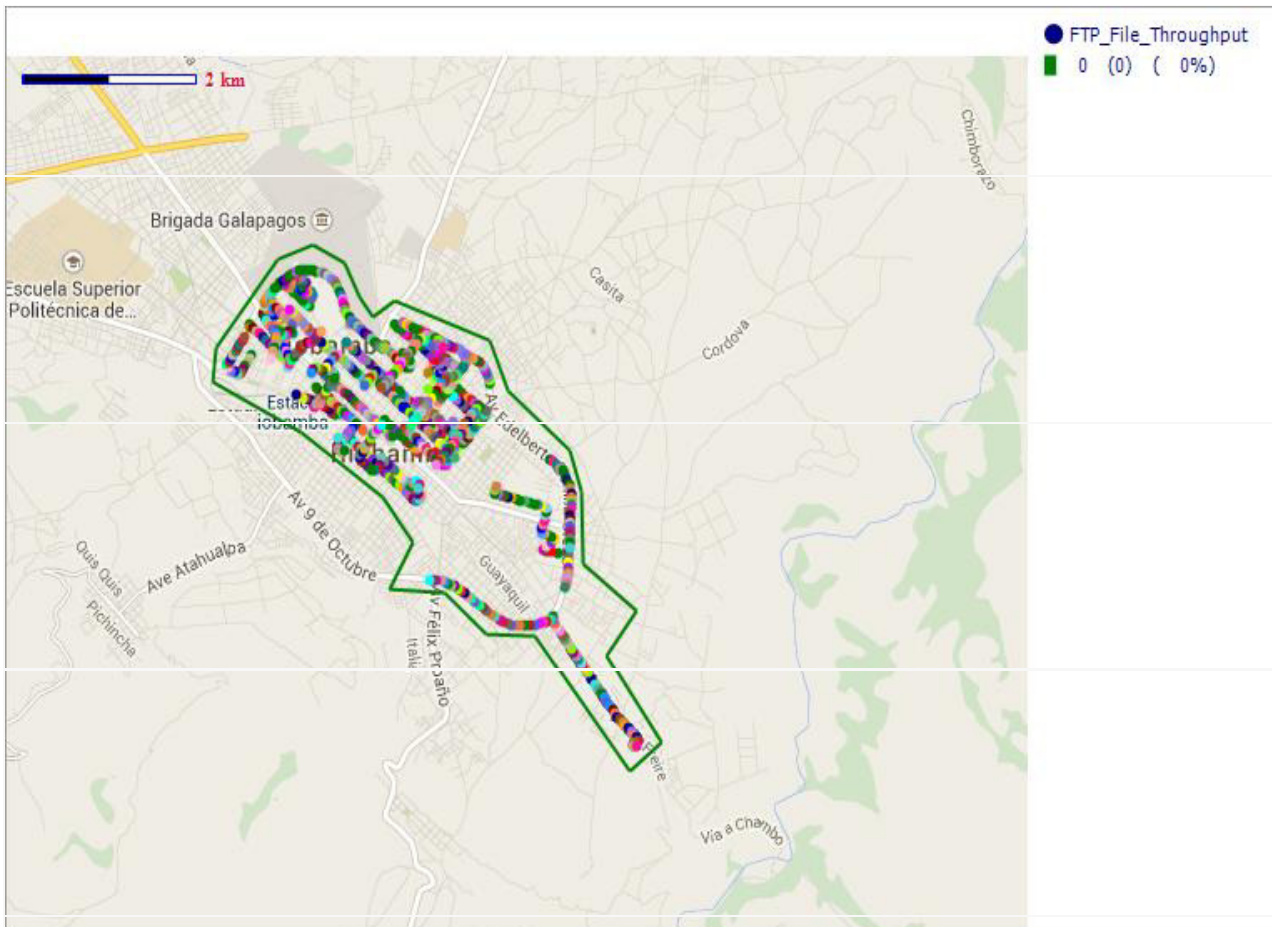




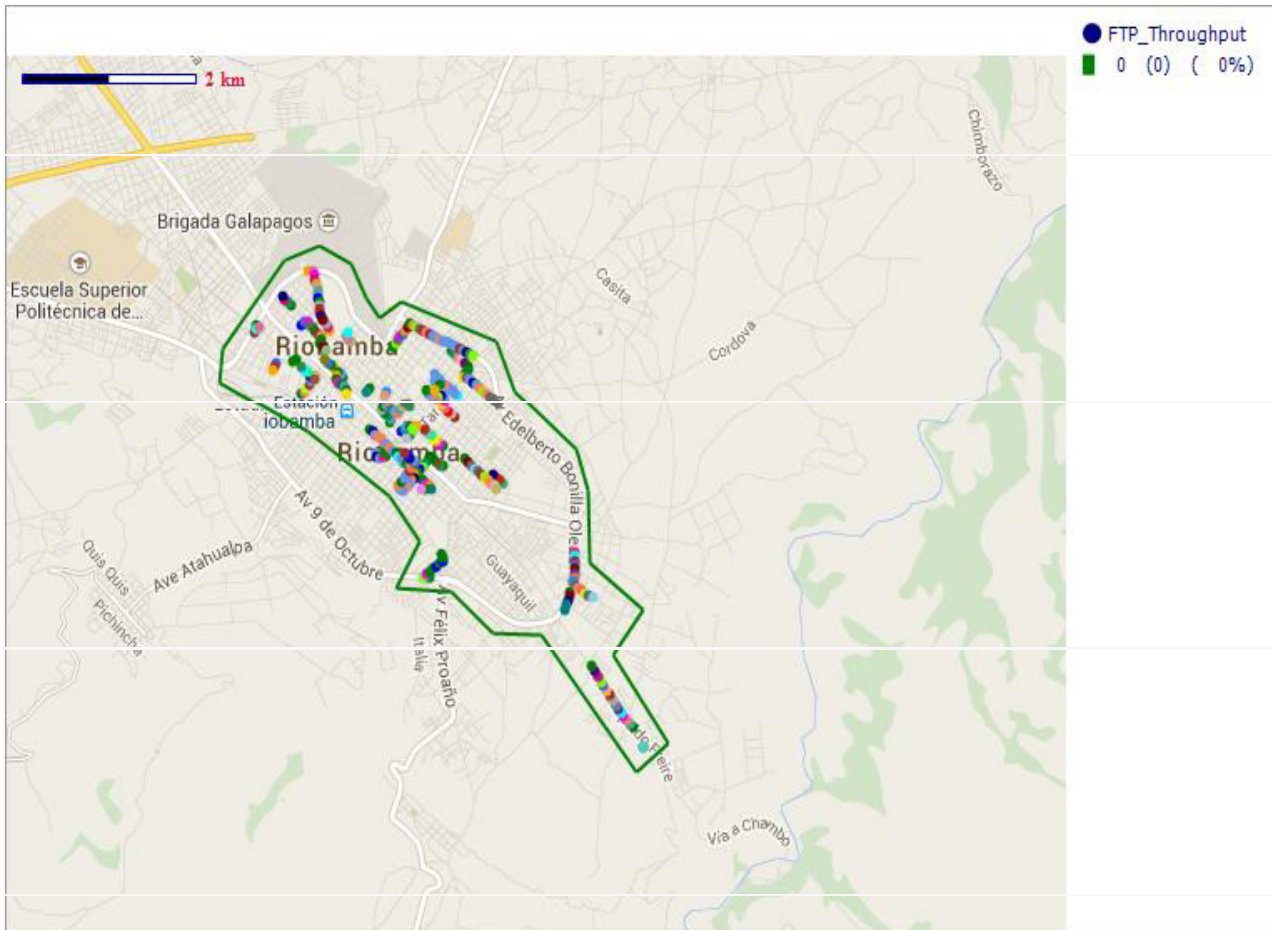
Mapa Velocidad Vehículo (Kph)



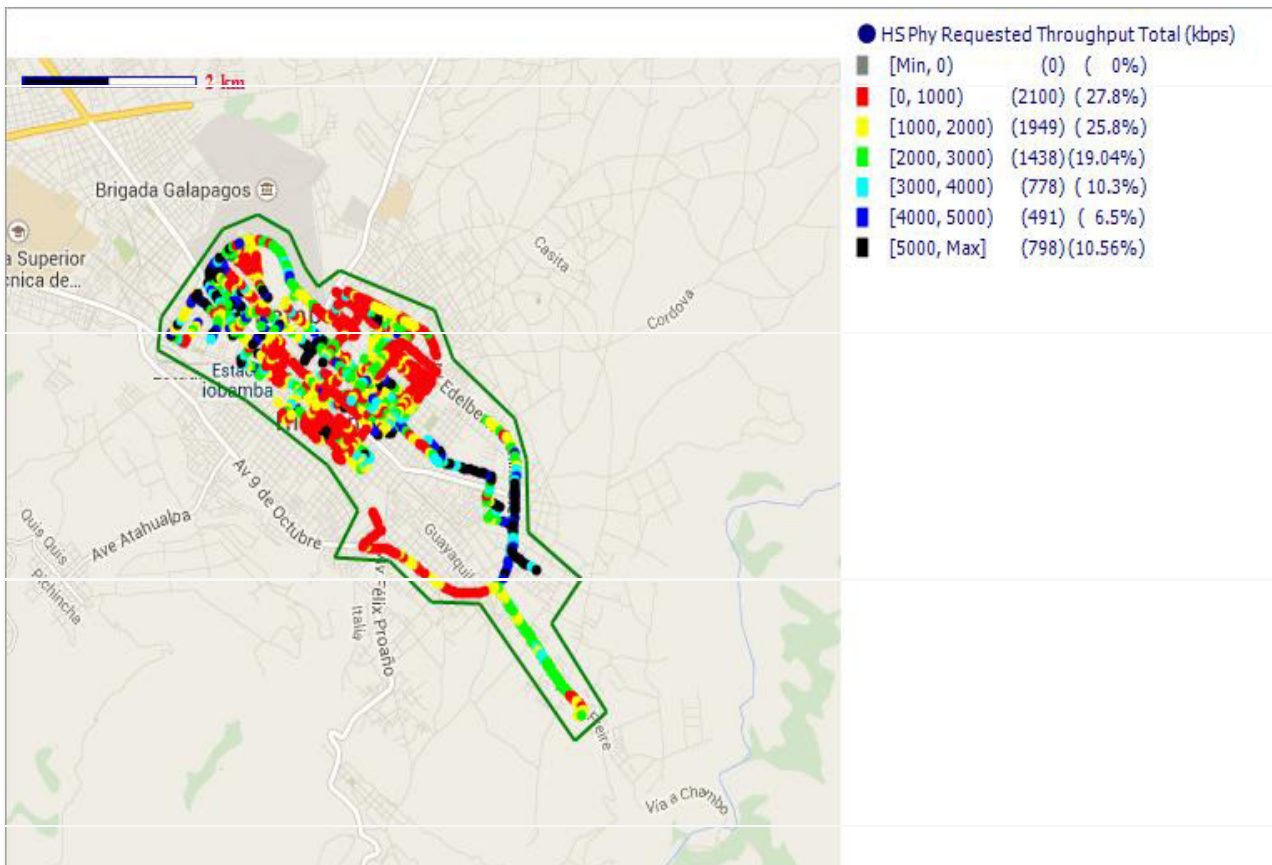
Mapa FTP Throughput Downlink (Kbps)



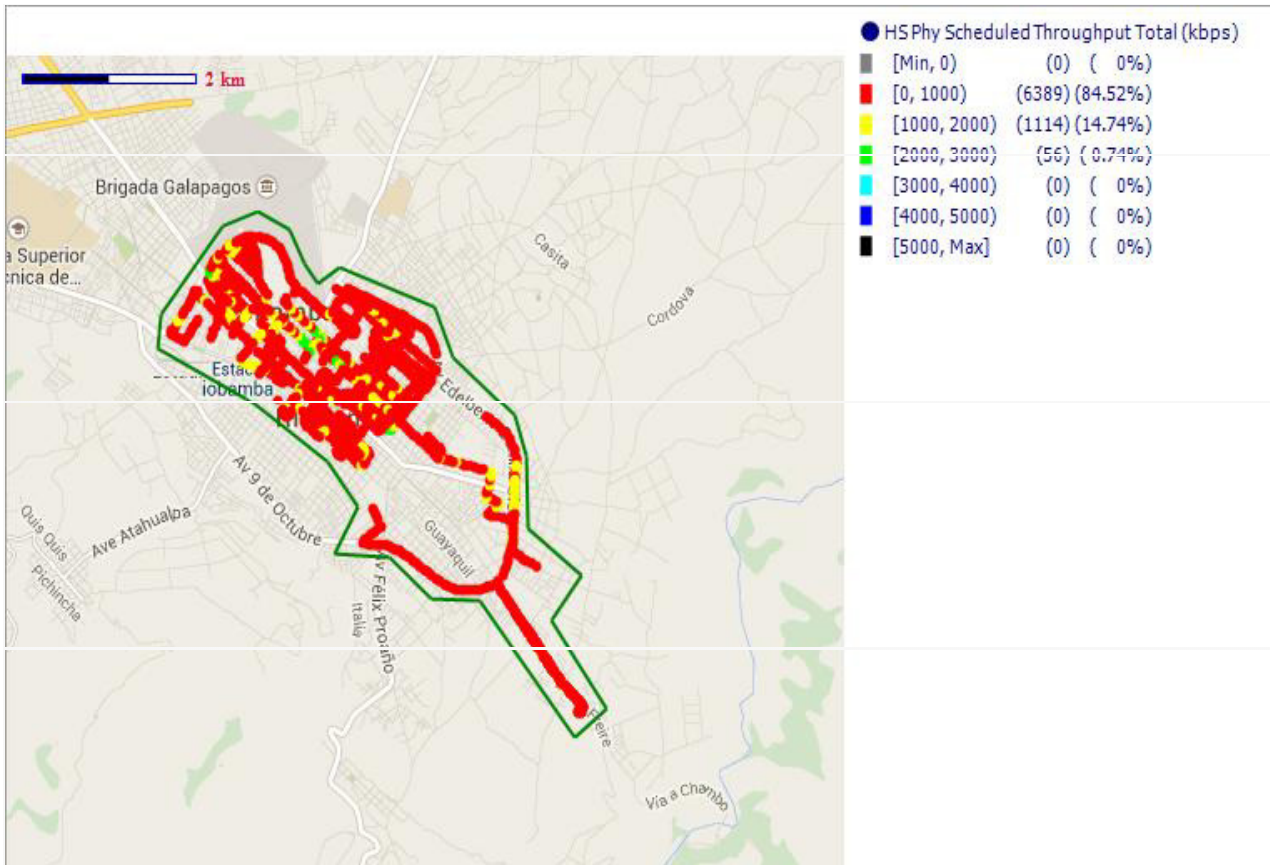
Mapa FTP Throughput Uplink (Kbps)



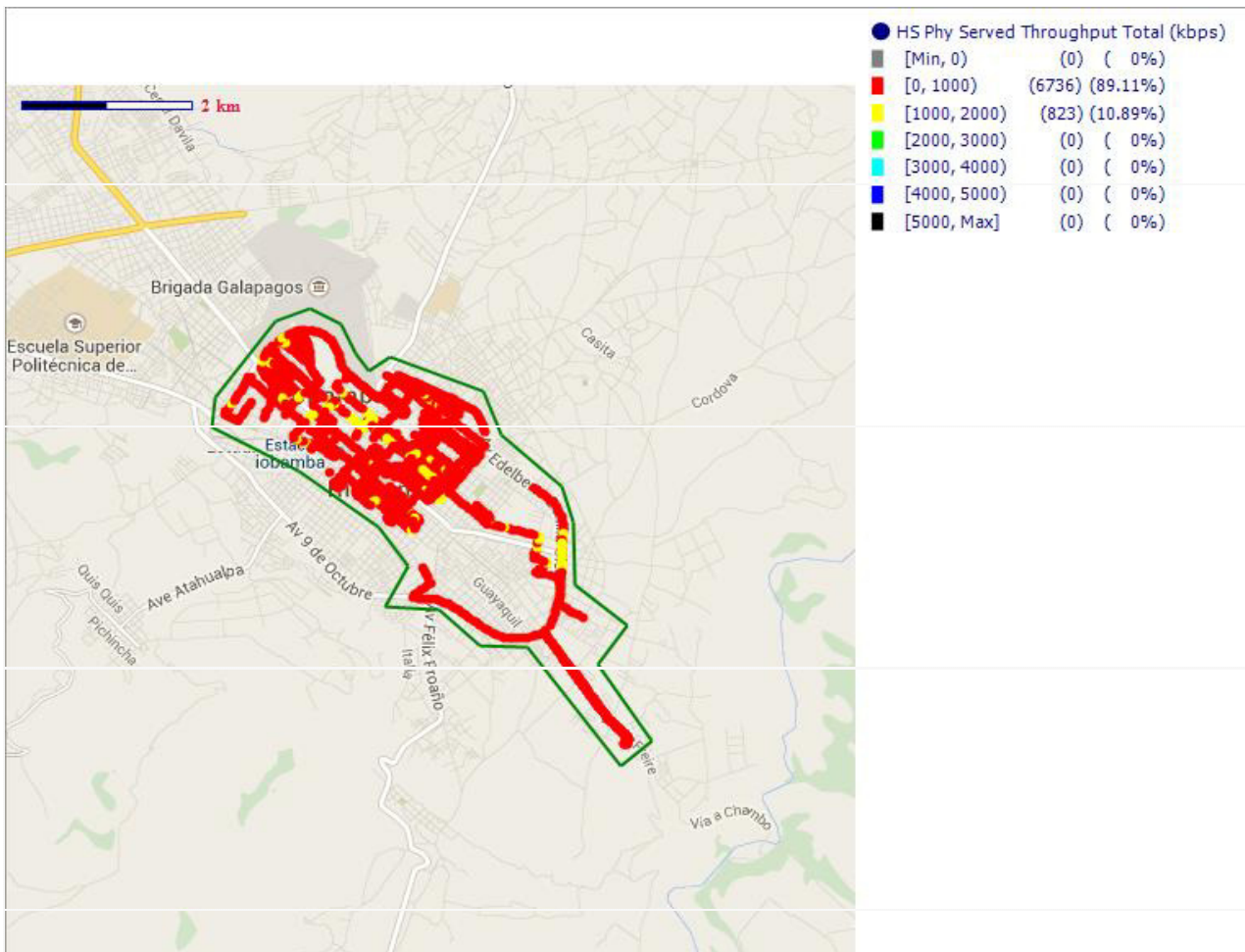
Mapa Velocidad Requerida (Kbps)



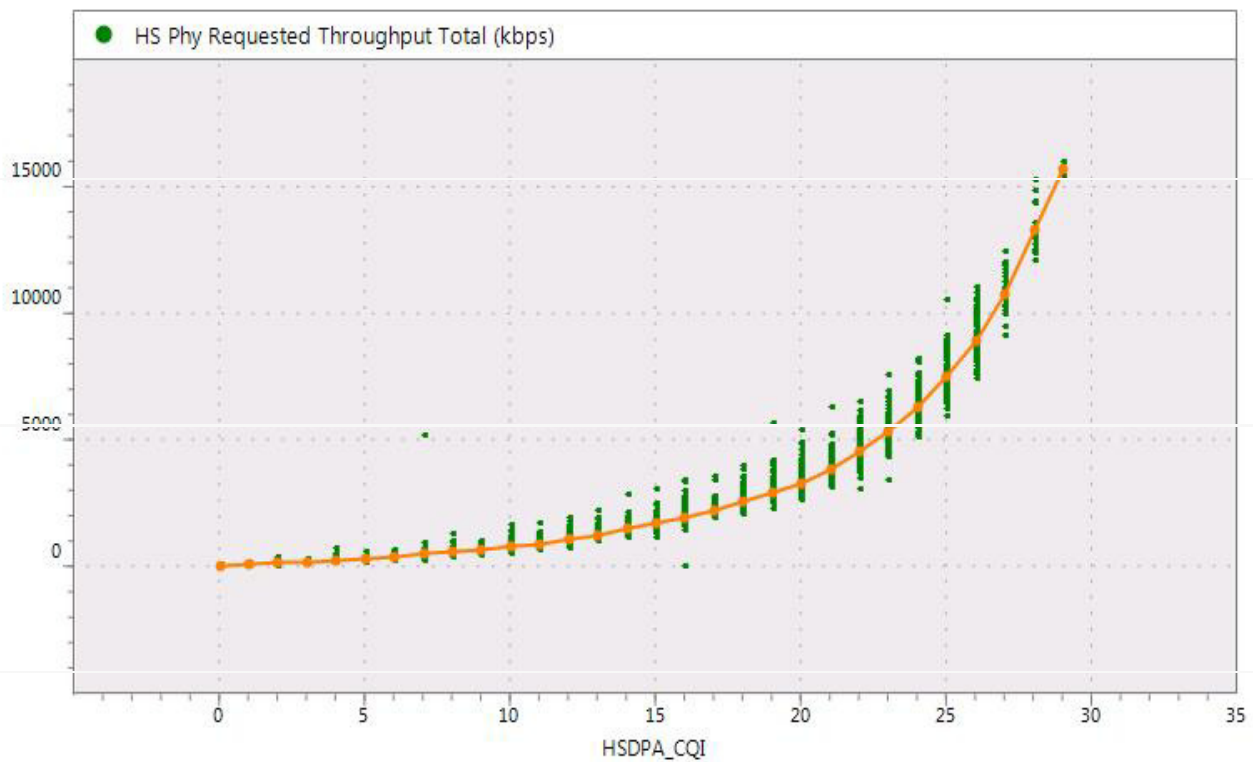
Mapa Velocidad Agendada (Kbps)



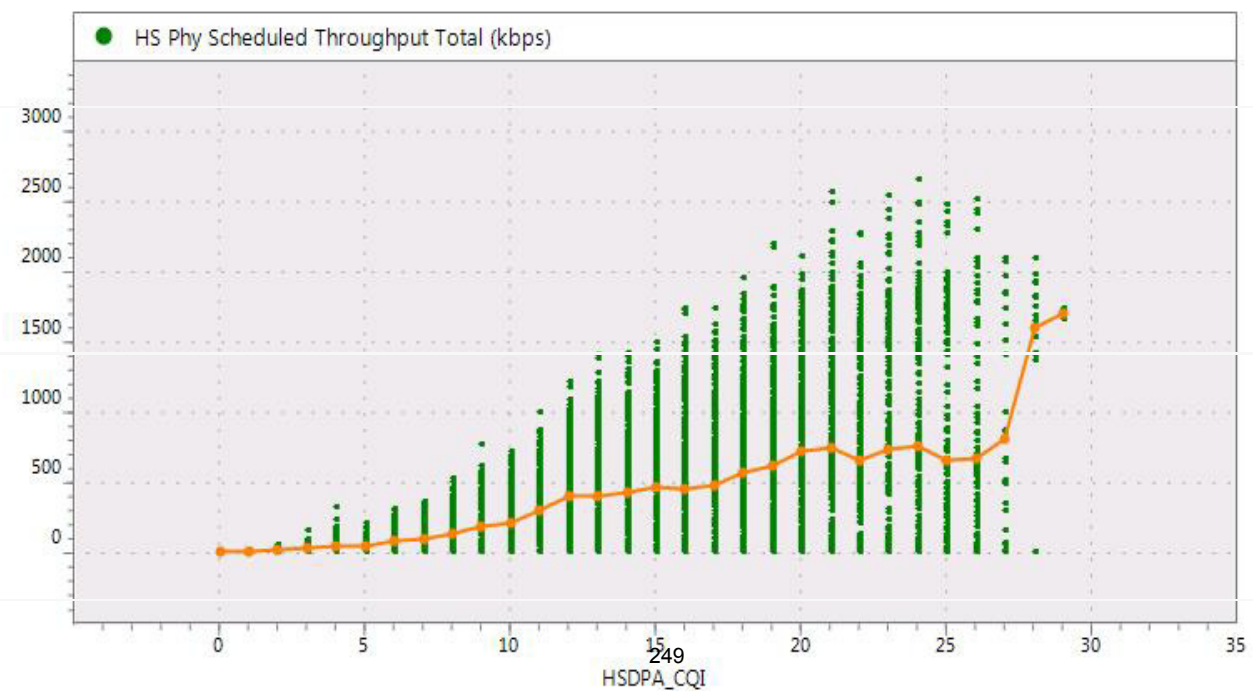
Mapa Velocidad Servida (Kbps)



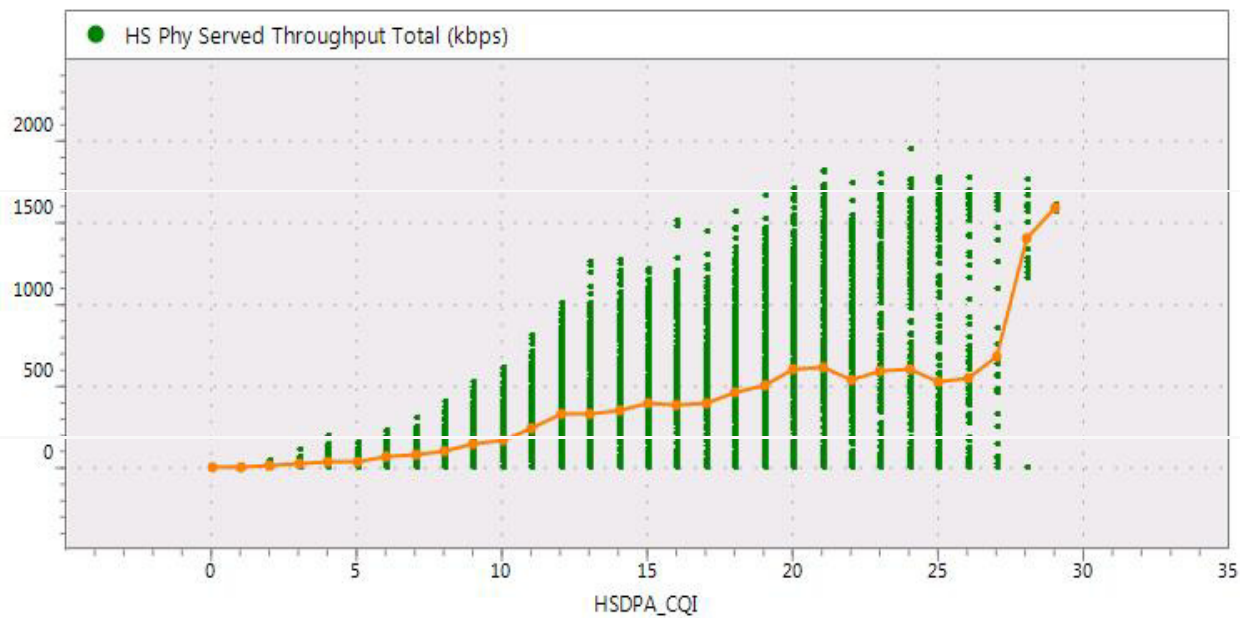
Correlación: Velocidad Requerida vs CQI



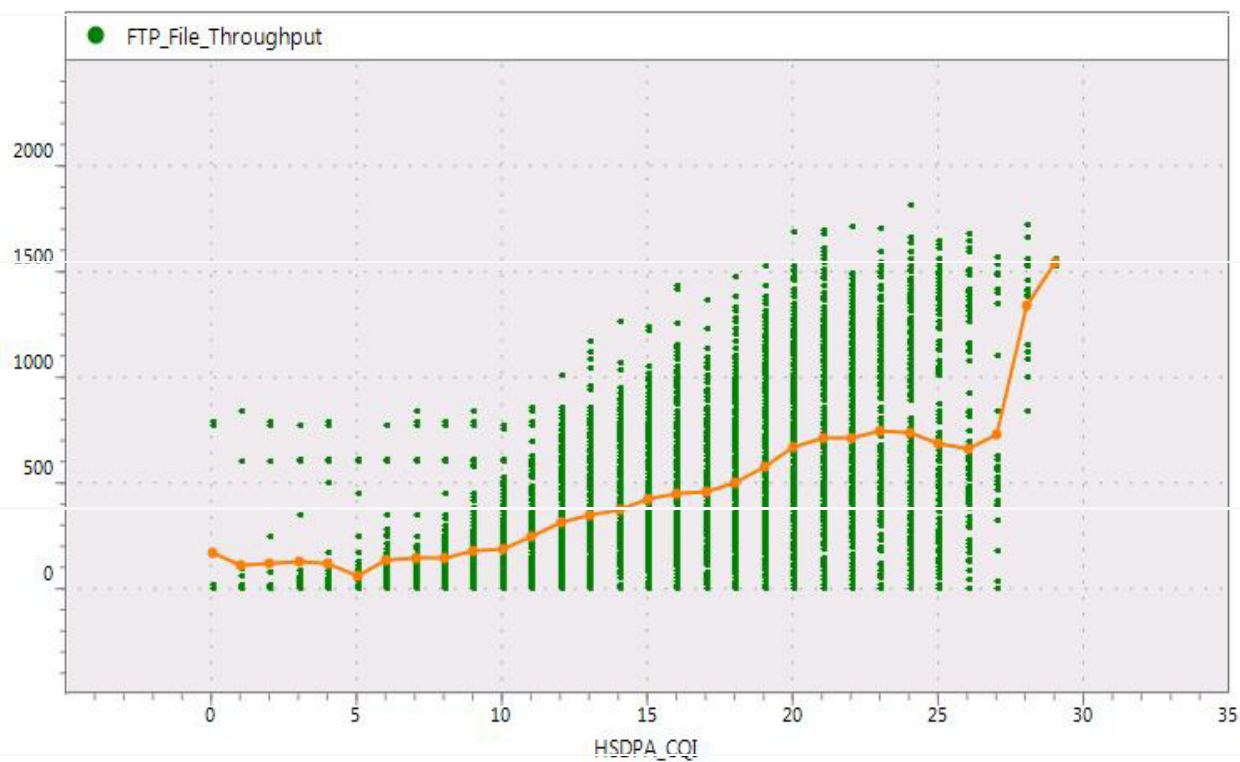
Correlación: Velocidad Agendada vs CQI



Correlación: Velocidad Servida vs CQI



Correlación: Velocidad FTP downlink vs CQI





Reporte de Calidad de Señal WCDMA y Superior - FTP

WCDMA TEMS
Discover

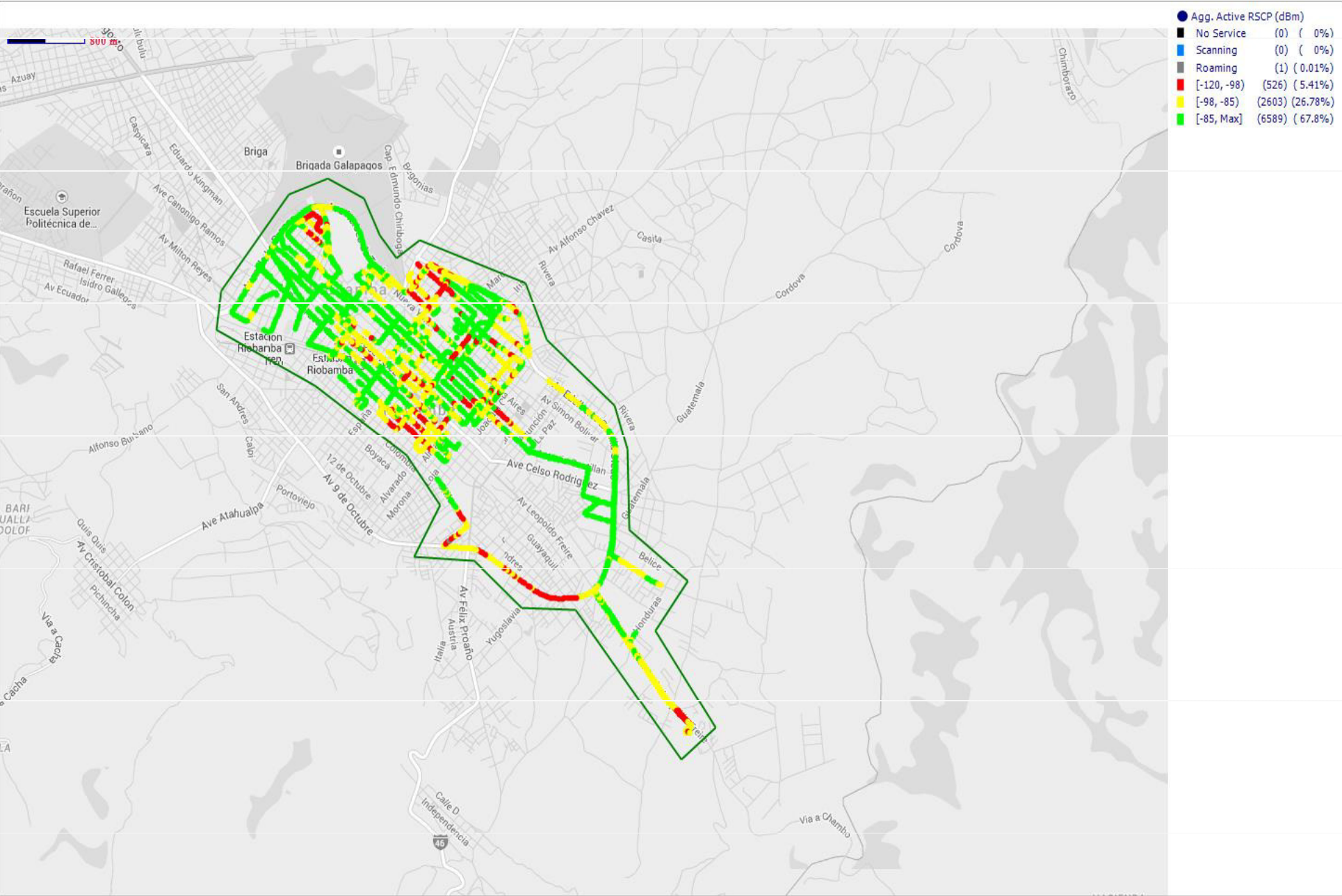
Nombre de los Datos: Project: TES ABRIL, Composite: 267 FTP 25 05 2016 OPERADOR 1

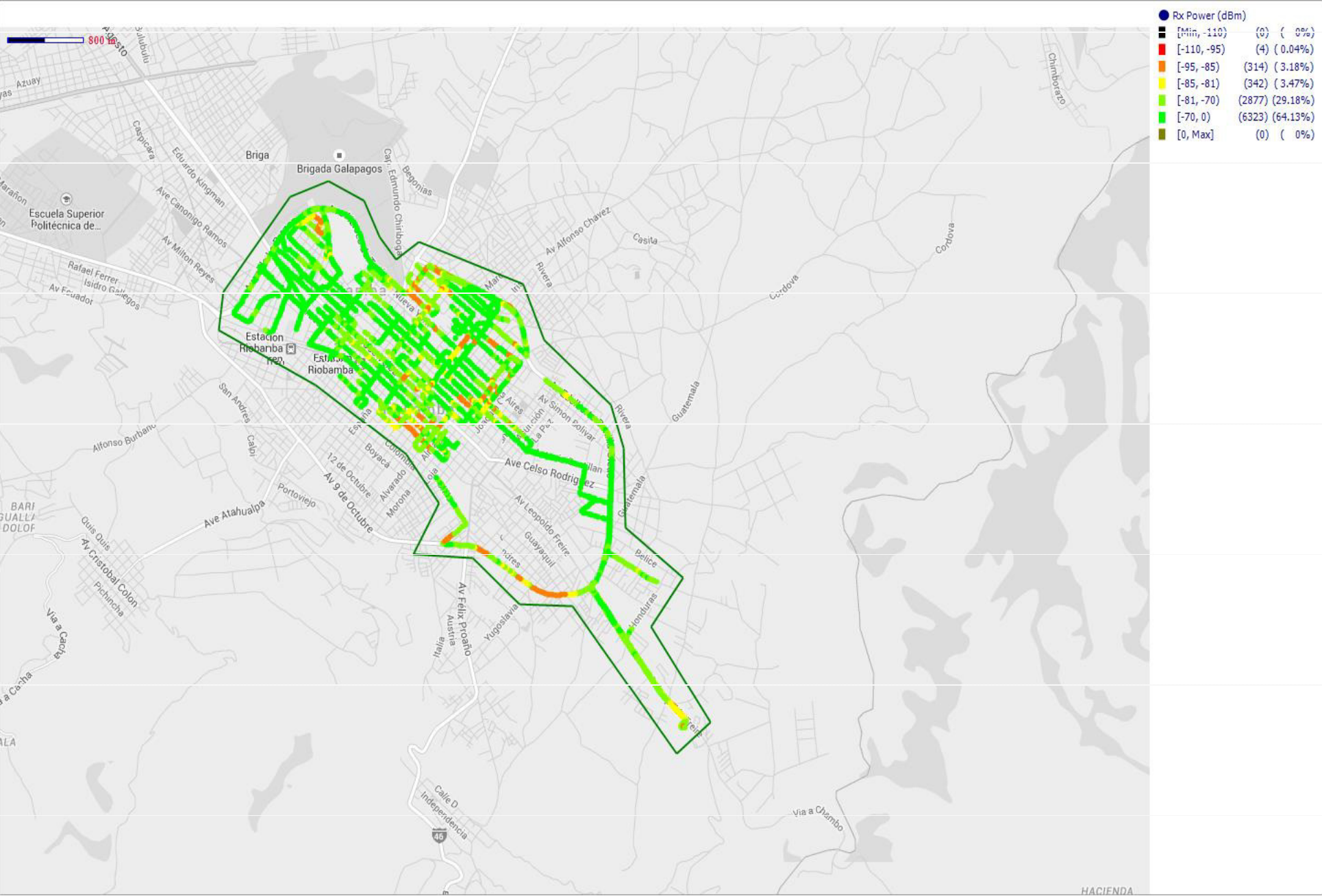
Fecha de la Medición: 5/25/2016 10:03:53 AM~5/25/2016 4:55:57 PM

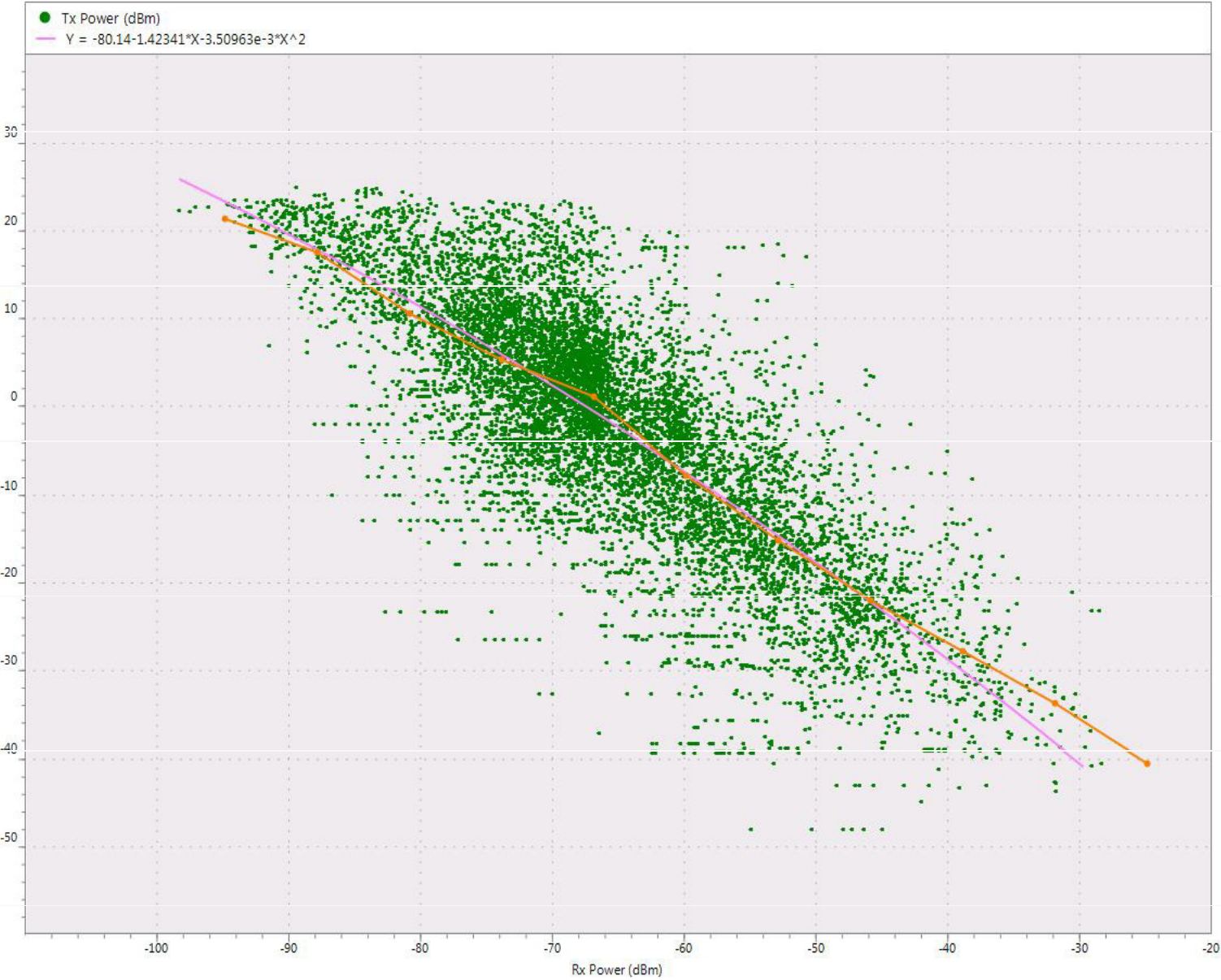
		Threshold	Rate	Target	Green	Yellow	Red
Smample RF Metrics	Ec/Io Activo	>-12dB	48,86	> 96%	> 96%	94 - 96%	< 94%
	RSCP - Received	> -80 dBm	42,79	> 96%	> 96%	94 - 96%	< 94%
	Rx Power	>-85dBm	96,77	> 98%	> 98%	95 - 98%	< 95%
	Tx Power	<0 dBm	48,04	> 98%	> 98%	95 - 98%	< 95%

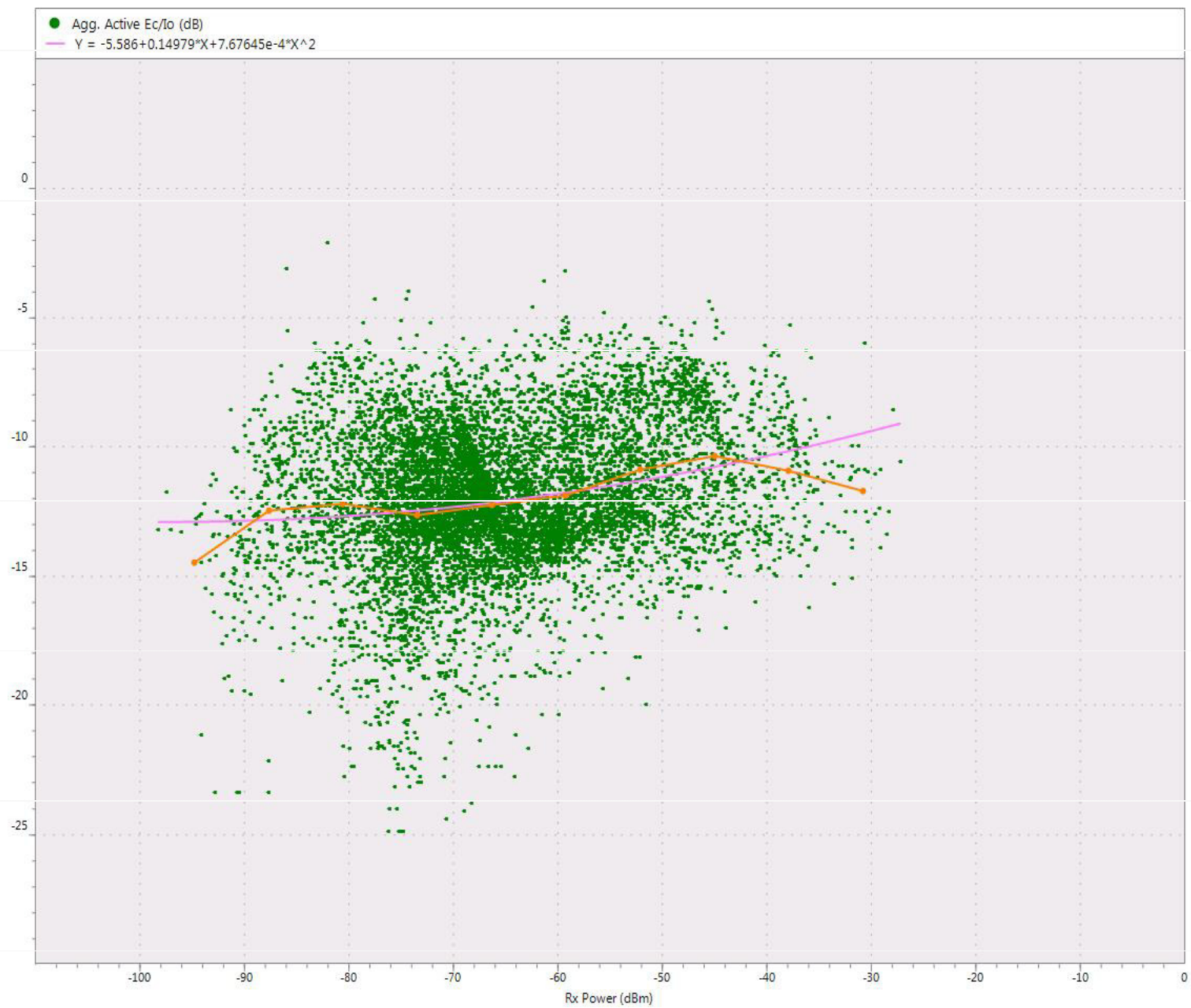
Single Value								
Metric	count	Mean	Max	Min	Linear Average	>90%	Standard	Percent with Threshold
Agg. Active Ec/Io (dB)	9728	-11,96	-2,1	-24,9	-11,21	-8,5	2,62	48,86
RSCP - Received	9719	-79,85	-37	-120,2	-63,22	-62,5	12,02	42,79
Rx Power	9860	-65,61	-27,3	-98,4	-50,52	-50	11,07	96,77
Tx Power	7868	-1,05	24,9	-48	11,39	16,1	13,46	48,04

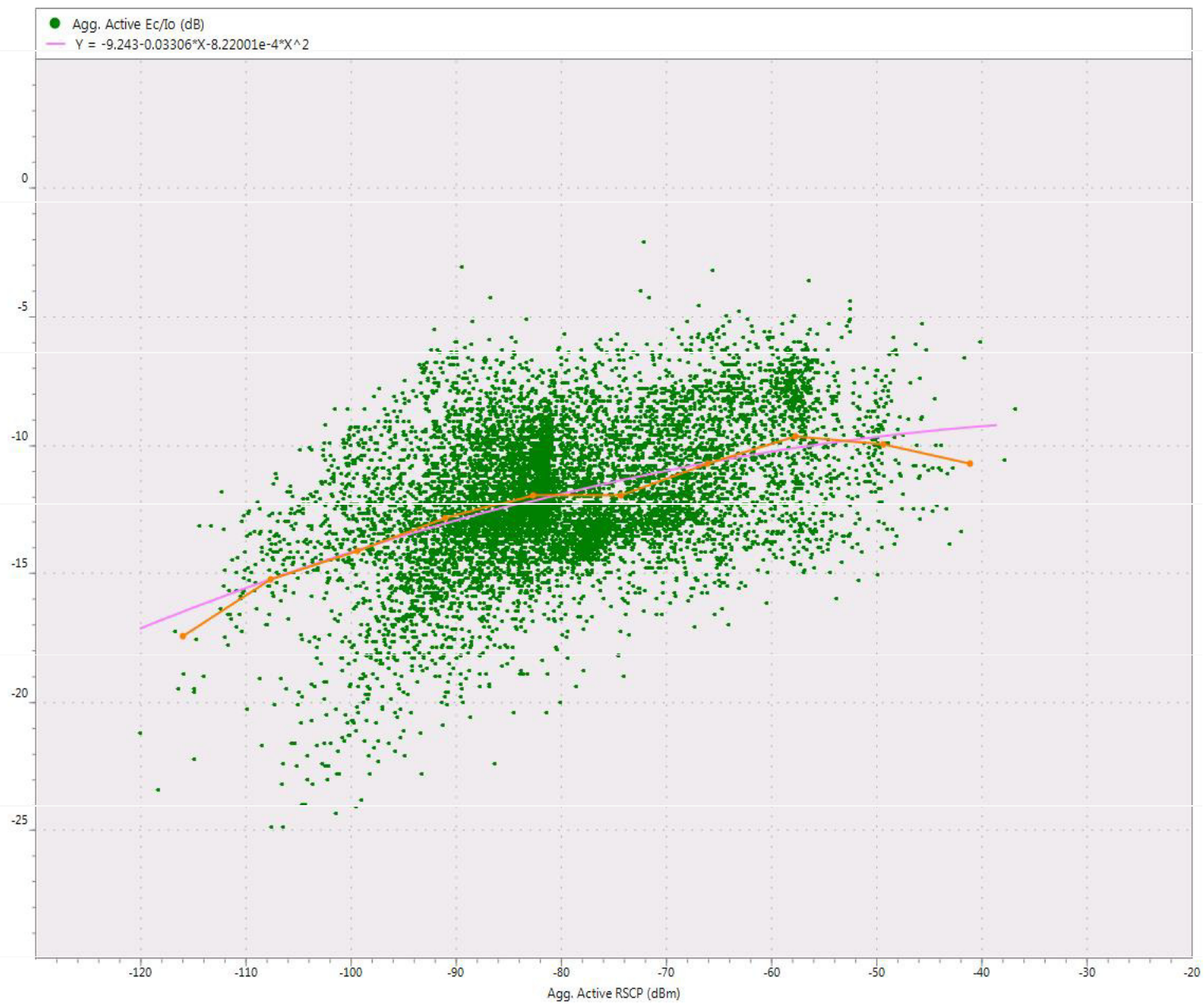


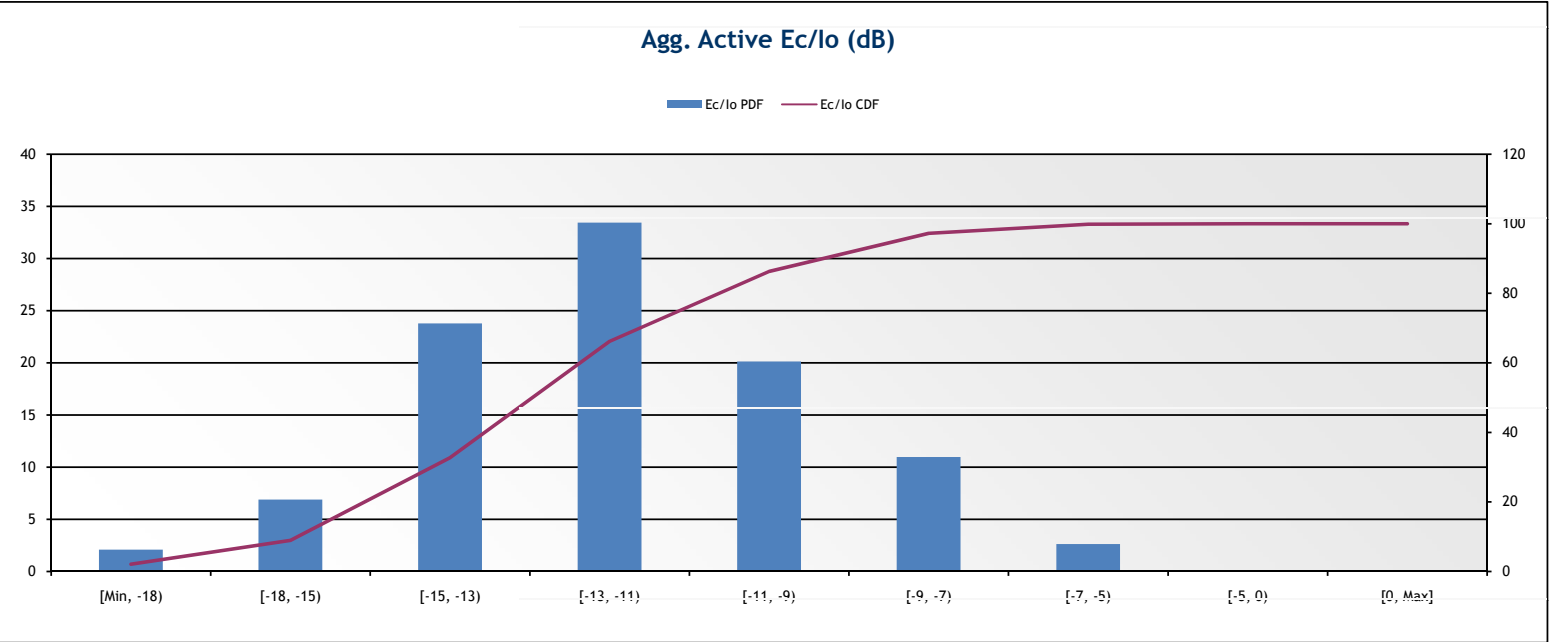




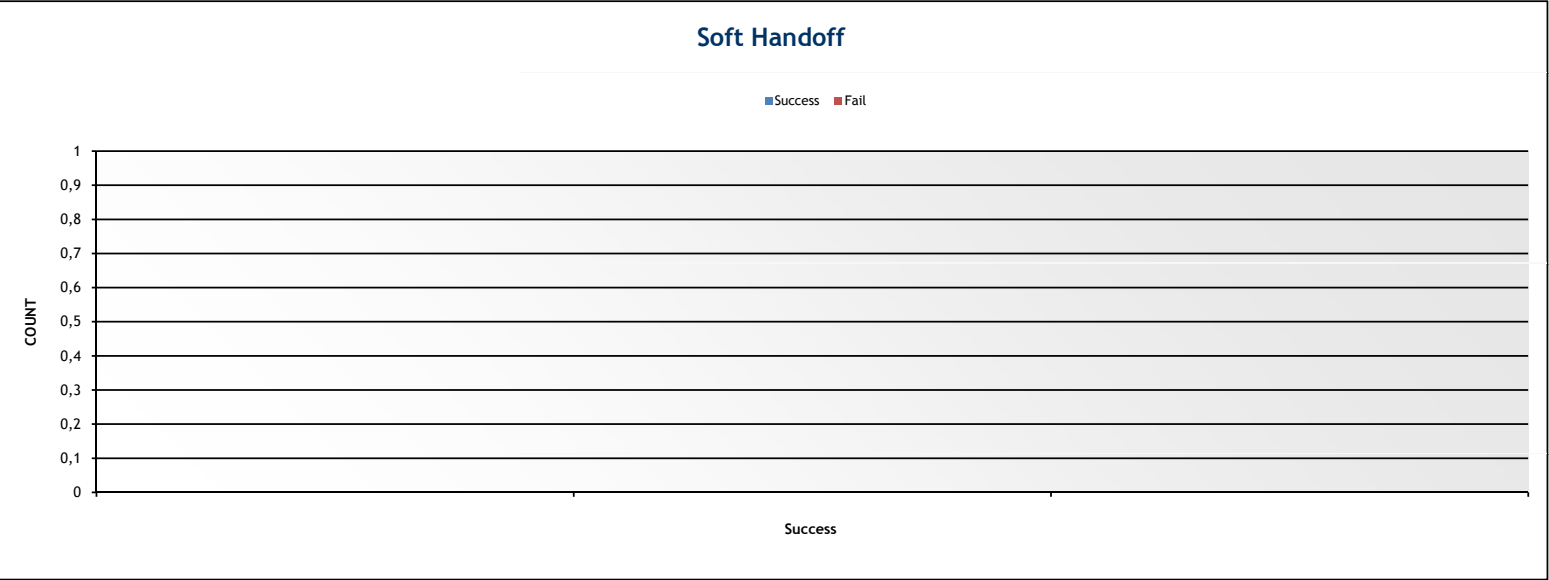




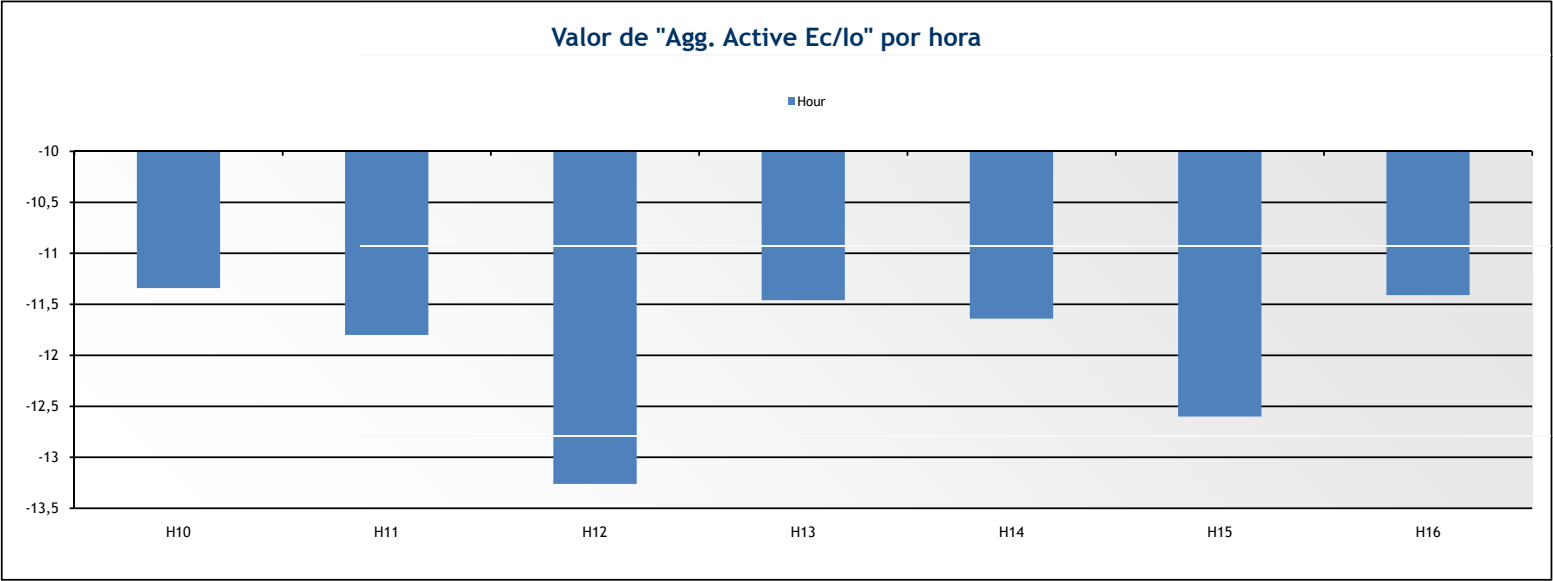




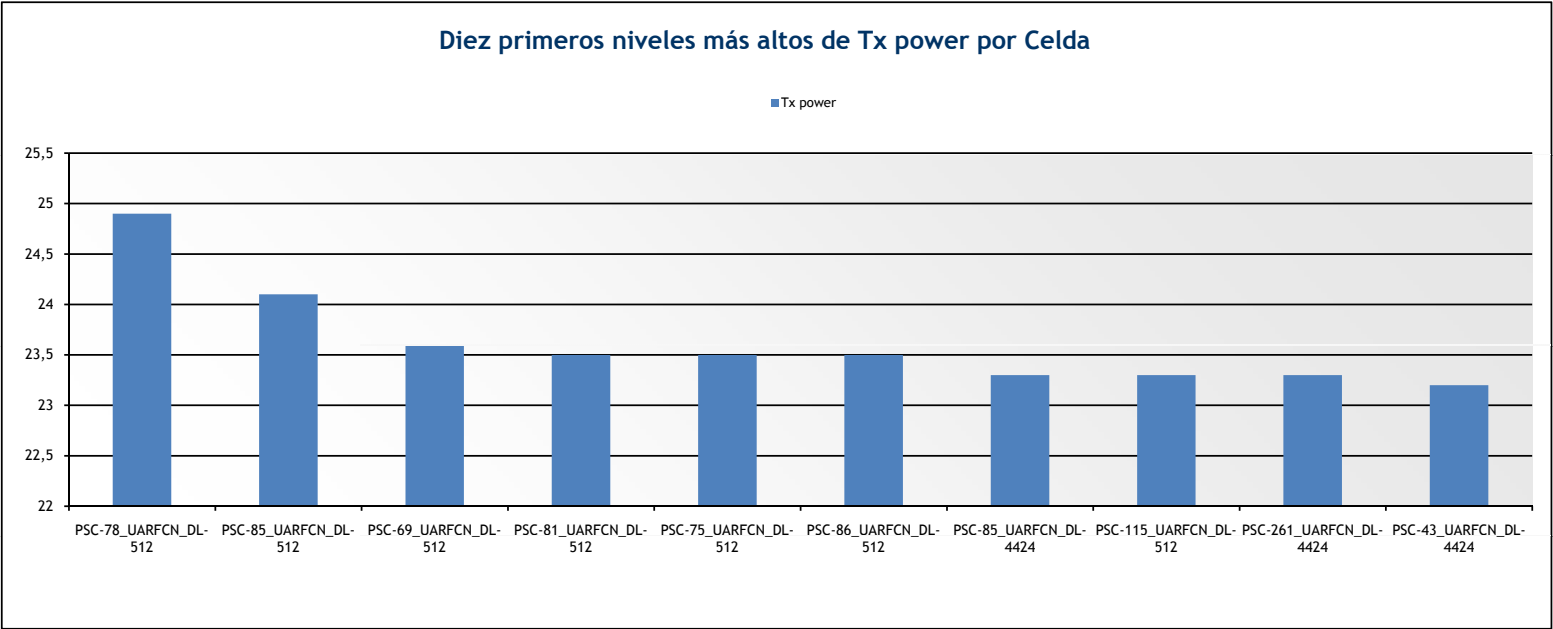
	Ec/Io PDF	Ec/Io CDF
Range	PDF %	CDF %
[Min, -18]	2,08	2,08
[-18, -15]	6,88	8,95
[-15, -13]	23,77	32,72
[-13, -11]	33,44	66,16
[-11, -9]	20,13	86,29
[-9, -7]	10,96	97,25
[-7, -5]	2,62	99,87
[-5, 0]	0,13	100
[0, Max]	0	100



Radio Link	Success	Fail
Addition	850	20
Removal	565	26
Replacement	210	0

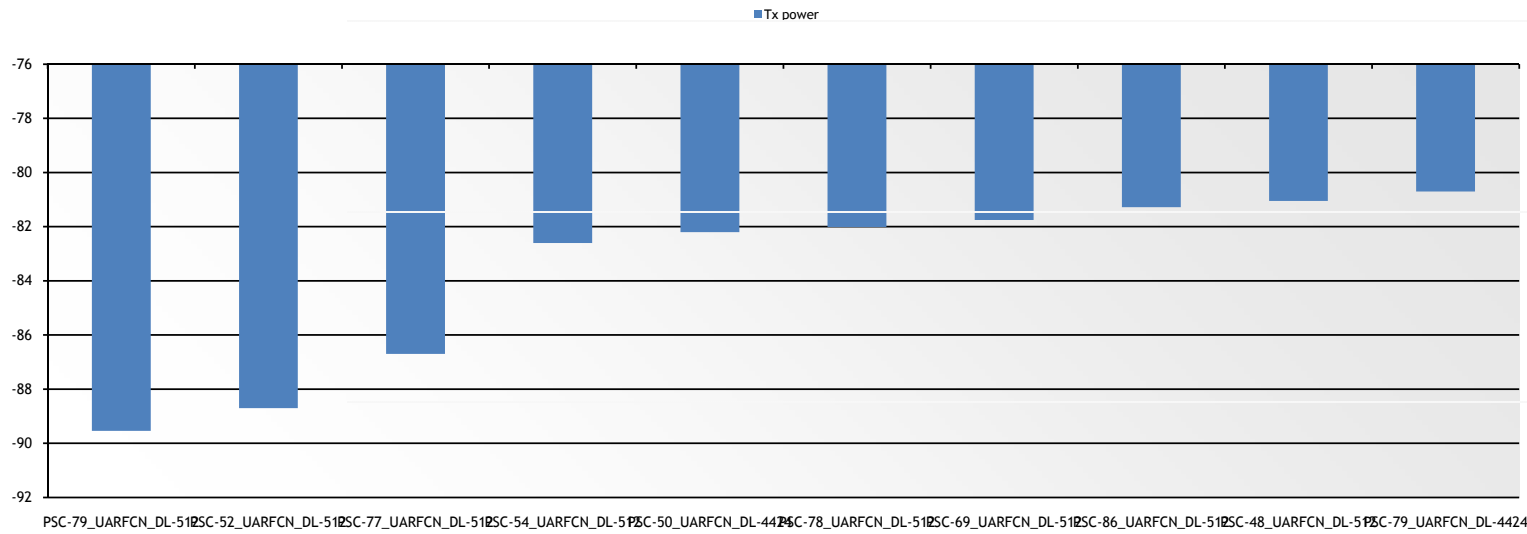


	H10	H11
Hour	-11,34	-11,8



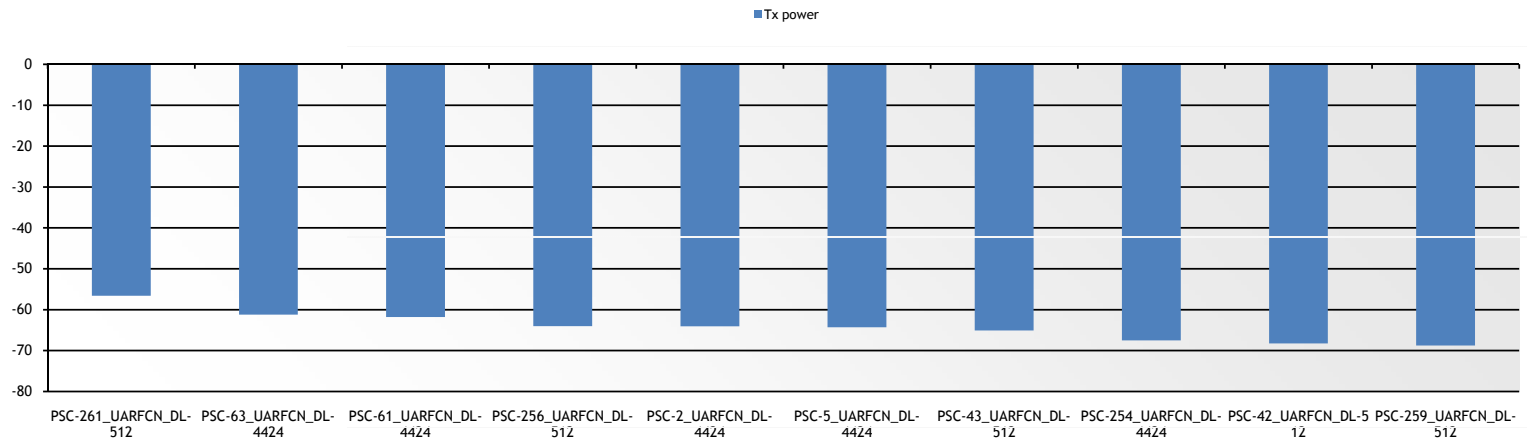
Range	Tx power
PSC-78_UARFCN	24,9
PSC-85_UARFCN	24,1
PSC-69_UARFCN	23,6
PSC-81_UARFCN	23,5
PSC-75_UARFCN	23,5
PSC-86_UARFCN	23,5
PSC-85_UARFCN	23,299999
PSC-115_UARFC	23,299999
PSC-261_UARFC	23,299999
PSC-43_UARFCN	23,200001

Diez valores más bajos de Rx Power por Celda



Tx power	
Range	Value
PSC-79_UARFCN	-89,54
PSC-52_UARFCN	-88,7
PSC-77_UARFCN	-86,7
PSC-54_UARFCN	-82,6
PSC-50_UARFCN	-82,2
PSC-78_UARFCN	-82,01
PSC-69_UARFCN	-81,75
PSC-86_UARFCN	-81,28
PSC-48_UARFCN	-81,05
PSC-79_UARFCN	-80,7

Los diez valores más altos de RSCP



Tx power	
Range	Value
PSC-261_UARFCN	-56,6
PSC-63_UARFCN	-61,2
PSC-61_UARFCN	-61,81
PSC-256_UARFCN	-64,02
PSC-2_UARFCN	-64,06
PSC-5_UARFCN	-64,3
PSC-43_UARFCN	-65,1
PSC-254_UARFCN	-67,5
PSC-42_UARFCN	-68,25
PSC-259_UARFCN	-68,75

Eventos de establecimiento de la conexión de Datos - FTP

WCDMA

TEMS Discovery



Name	PS Attach	Attach_Setup_Time_sec	PS Attach Failure	PDP_Context_Acctivation_Succes_Rate	PDP_Activation_Time_ms	Originating_PS_Call_RRC_Request_1_to_PDP_Accept_Seconds	PDP_Context Activation Failure	FTP Download Start	FTP_Server_File	Seconds_Start_to_End_FTP_Download	FTP Download Error	FTP Download End	FTP Upload Start	Seconds_Start_to_End_FTP_Upload	FTP Upload Error	FTP Upload End	PS_Call_Hold_Duration_ms	FTP_Download_Error_Cause	PDP_Context Deactivation	PDP_Deactivation_Time_ms	PDP_Hold_Time_ms	PS Detach	PS_Start_to_Setup_Fail_ms	PS_Start_to_Setup_OK_ms	RRC_Connction_Duration_ms	Tamaño de los archivos FTP (bytes)
Promedio	61	0,94	0	61	1625,85		0	61	121	150,98	0	40	60	62,4	0	51	213691	21	61	271,82	256014	58	6682,67	2781,78	75406,5	91
1SHT89J. LOG	PS Attach	0,86																								
																									1282	
				100	1281																				1922	
								FTP Download	URI: ftp://200.																	
																		Cause: FTP								
									URI: ftp://200.				FTP Upload													
														240,328		FTP Upload										2048000
																	503313									
																			PDP Context	219						
																									506531	
																						PS Detach				
																									844	
1SI79R9. LOG	PS Attach	0,859																								
																									1078	
				100	1218																				2656	
								FTP Download	URI: ftp://200.																	
										133,093		FTP Download														1,2E+07
									URI: ftp://200.				FTP Upload													
														79,547		FTP Upload										2048000
																	219938									
																			PDP Context	203						
																									224110	
																						PS Detach				
																									641	
1SIF6CC. LOG	PS Attach	0,844																								
																									1062	

				100	1141																		1797		
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									96,484			FTP Download													1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													14,407		FTP Upload										2048000
																116546									
																	PDP Context	63							
																								120516	
																					PS Detach				
																								1016	
1SIKWGB .LOG	PS Attach	0,859																							
																									1281
				100	1094																		2110		
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									76,282			FTP Download													1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													17,343		FTP Upload										2048000
																100609									
																	PDP Context	219							
																								104594	
																					PS Detach				
																								1078	
1SIQCML LOG	PS Attach	0,843																							
																									1062
				100	1500																		2125		
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									250,984			FTP Download													1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													41,266		FTP Upload										2048000
																303250									
																	PDP Context	219							
																								307718	
																					PS Detach				
																								844	
																								656	

[illegible]

																	21515									24718		
																										3547		
																	54094											
																										7313		
																										6125		
																	11984											
																			PDP Context		625							
																										16375		
																								PS Detach				
																										1062		
15JUII1.L OG	PS Attach	1,078																										
																										1484		
				100	1250																						2094	
								FTP Download	URI: ftp://200.																			
										160,437		FTP Download															1,2E+07	
									URI: ftp://200.				FTP Upload															
														18,344		FTP Upload											2048000	
																	188250											
																			PDP Context		203							
																										192219		
																								PS Detach				
																										625		
15K1S16. LOG	PS Attach	1,063																										
																										1500		
				100	1250																						2079	
								FTP Download	URI: ftp://200.																			
																										230547		
									URI: ftp://200.				FTP Upload															
														205,875		FTP Upload											2048000	
																	465859		PDP Context		0							
																								PS Detach				
																										860		
15KF140. LOG	PS Attach	1,063																										
																										1281		

				100	1282																			3625		
								FTP Download	URI: ftp://200.																	
																		Cause: FTP								
									URI: ftp://200.				FTP Upload													
																122609										
																			PDP Context		172					
																									125360	
																							PS Detach			
																									828	
1SKKVHC .LOG	PS Attach	1,297																								1719
				100	1063																					1938
								FTP Download	URI: ftp://200.																	
											130,172		FTP Download													1,2E+07
									URI: ftp://200.				FTP Upload													
																									191250	
															71,594		FTP Upload									2048000
																406				PDP Context		188				13156
																							PS Detach			
																									828	
1SKSI8M. LOG	PS Attach	1,047																								
																									1266	
				100	2266																					4781
								FTP Download	URI: ftp://200.																	
											157,734		FTP Download													1,2E+07
									URI: ftp://200.					FTP Upload												
															106,828		FTP Upload									2048000
																276203										
																				PDP Context		2313				
																									283500	
																								PS Detach		
																									1687	
1SL1SET. LOG	PS Attach	0,922																								
																									1140	

[illegible]

							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									214,562			FTP Download													1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													29,922		FTP Upload										2048000
																252735									
																		PDP Context	218						
																								256781	
																					PS Detach				828
1SLWFRN .LOG	PS Attach	1,515																							
																								1734	
				100	1406																			3843	
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
																		Cause: FTP							
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													92,438		FTP Upload										2048000
																357047									
																		PDP Context	422						
																								361921	
																					PS Detach				
																								750	
1SM7CF2 .LOG	PS Attach	0,829																							
																								1032	
				100	1516																			2344	
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
																								211047	
																		Cause: FTP							
																							3360		
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
																13375									
																		PDP Context	640						
																								18609	
																					PS Detach				
																								1437	
1SMFXX8 .LOG	PS Attach	0,828																							

																								1156	
				100	1063																			1907	
								FTP Download	URI: ftp://200.																
																		Cause: FTP							
									URI: ftp://200.				FTP Upload												
													202,516			FTP Upload									2048000
																		465656							
																			PDP Context	203					
																								469468	
																						PS Detach			
																								813	
1SMT62E .LOG	PS Attach	0,89																							1328
				100	1937																			3484	
								FTP Download	URI: ftp://200.																
										143,594			FTP Download												1,2E+07
									URI: ftp://200.				FTP Upload												
													54,328			FTP Upload									2048000
																		208907							
																			PDP Context	218					
																								214281	
																						PS Detach			
																								969	
1SN0UVT .LOG	PS Attach	1,938																							2375
				100	1047																			1938	
								FTP Download	URI: ftp://200.																
																			Cause: FTP						
									URI: ftp://200.				FTP Upload												
													152,781			FTP Upload									2048000
																		423765							
																				PDP Context	250				
																								428031	
																						PS Detach			
																								671	

[illegible]

				100	1266																		2078		
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									100,312			FTP Download													1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													14,266		FTP Upload										2048000
																122031									
																	PDP Context	16							
																								126062	
																					PS Detach				
																								844	
1SOBFK2 .LOG	PS Attach	0,859																							
																								1281	
				100	2344																		3172		
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													66,688		FTP Upload										2048000
																333953									
																		PDP Context	547						
																								342234	
																					PS Detach				
																								875	
1SOLTUO .LOG	PS Attach	0,953																							
																								1469	
				100	1266																		1906		
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									147,609			FTP Download													1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													14,5		FTP Upload										2048000
																169953									
																		PDP Context	266						
																								174266	
																								13797	
1SOT434. LOG	PS Attach	1,031																							
																								1468	

				100	1266																		1907		
								FTP Download	URI: ftp://200.																
										77,562			FTP Download												1,2E+07
									URI: ftp://200.					FTP Upload											
														27,11		FTP Upload									2048000
																	112343								
																		PDP Context	297						
																								116641	
																					PS Detach				
																								641	
1SOYQF7 .LOG	PS Attach	0,828																							
																									1047
				100	1468																		2109		
								FTP Download	URI: ftp://200.																
										188,969			FTP Download												1,2E+07
									URI: ftp://200.					FTP Upload											
														27,375		FTP Upload									2048000
																	224657								
																		PDP Context	265						
																								228969	
																					PS Detach				
																								859	
1SP6RUC .LOG	PS Attach	1,047																							
																									1485
				100	1937																		2766		
								FTP Download	URI: ftp://200.																
										208,828			FTP Download												1,2E+07
									URI: ftp://200.					FTP Upload											
														82,125		FTP Upload									2048000
																	305563								
																		PDP Context	281						
																								310515	
																					PS Detach				
																								844	
1SPGJU7. LOG	PS Attach	0,828																							

																								1187	
				100	1062																			1906	
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									136,235		FTP Download														1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													16,312		FTP Upload										2048000
																162063									
																	PDP Context	31							
																								165765	
																				PS Detach					
																								750	
1SPN7P4. LOG	PS Attach	0,734																							1234
				100	4797																			5672	
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									175,703		FTP Download														1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													40,422		FTP Upload										2048000
																226093									
																	PDP Context	391							
																								233563	
																				PS Detach					
																								891	
1SPVCR5. LOG	PS Attach	0,86																							1500
				100	1484																			2312	
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									145,859		FTP Download														1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													17,406		FTP Upload										2048000
																169750									
																	PDP Context	172							
																								174156	
																				PS Detach					
																								891	

[illegible]

																								828	
1SQM1NX .LOG	PS Attach	1,032																							
																								1235	
				100	1282																			2110	
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									182,562			FTP Download													1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													32,688		FTP Upload										2048000
																222640									
																		PDP Context	219						
																								226688	
																					PS Detach				
																								640	
1SQTZVZ .LOG	PS Attach	0,812																							
																								1218	
				100	1282																			2141	
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									105,281			FTP Download													1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													16,64		FTP Upload										2048000
																128968									
																		PDP Context	219						
																								133219	
																					PS Detach				
																								843	
1SQZY5K .LOG	PS Attach	0,844																							
																								1063	
				100	1250																			2125	
							FTP Download	URI: ftp://200.																	
									209,688			FTP Download													1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload													
													78,031		FTP Upload										2048000
																298500									
																		PDP Context	625						
																								302938	

																					PS Detach					
																								828		
1SR9IZH. LOG	PS Attach	0,843																								
																									1281	
				100	3172																				4000	
							FTP Download	URI: ftp://200.																		
									189,516		FTP Download															1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload														
													70,921		FTP Upload											2048000
																271047										
																		PDP Context	391							
																									277125	
																					PS Detach					
																								812		
1SRIMXZ. LOG																									797	
	PS Attach	0,859																							1062	
				100	1063																				1907	
							FTP Download	URI: ftp://200.																		
									89,515		FTP Download															1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload														
													17,547		FTP Upload											2048000
																114234										
																		PDP Context	219							
																									118140	
																					PS Detach					
																								656		
1SROANU .LOG	PS Attach	0,813																							1266	
				100	1063																				1891	
							FTP Download	URI: ftp://200.																		
									103,531		FTP Download															1,2E+07
								URI: ftp://200.				FTP Upload														
													22,641		FTP Upload											2048000
																134312										

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



Overview

Operador	GSM [s]	CDMA [s]	WCDMA [s]	WiMax [s]	LTE [s]	Total [s]
Operador 1	0	0	19237	0	0	19237
	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100

GSM Detail

Operador	GSM	GPRS	EDGE			Total
Operador 1	0	0	0			0
	0,00%	0,00%	0,00%			100

WCDMA

Operador	WCDMA	HSPA	HSPA+			Total
Operador 1	2571	16666	0			19237
	13,36%	86,64%	0,00%			100

Resumen de errores presentados en los diferentes protocolos.

WCDMA

TEMS Discovery



Errores en el Protocolo HTTP por Archivo de Medición				
Archivo	No. De Errores por Logfile Download	No. De Errores por Logfile Upload	Causas de Error en el protocolo FTP Download	Causas de Error en el protocolo FTP Upload
1SHT89J.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1SI79R9.LOG	0	0		
1SIF6CC.LOG	0	0		
1SIKWGB.LOG	0	0		
1SIQCML.LOG	0	0		
1SJ02XQ.LOG	0	0		
1SJ963N.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1SJLPZ8.LOG	1	1	Cause: FTP failure, Socket creation failed	
				Cause: FTP failure, Socket creation failed
1SJUII1.LOG	0	0		
1SK1S16.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1SKF140.LOG	1	1	Cause: FTP failure, Connection failed	
				Cause: FTP failure, Socket creation failed
1SKKVHC.LOG	0	0		
1SKSI8M.LOG	0	0		
1SL1SET.LOG	0	0		
1SL91VW.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1SLK0XF.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Socket timeout	
1SLNTF3.LOG	0	0		
1SLWFRN.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1SM7CF2.LOG	1	1	Cause: FTP failure, Connection failed	
				Cause: FTP failure, Socket creation failed
1SMFXX8.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1SMT62E.LOG	0	0		
1SN0UVT.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1SND59F.LOG	1	1	Cause: FTP failure, Connection failed	
				Cause: FTP failure, Socket creation failed

1SNM8YX.LOG	0	1		Cause: FTP failure, Socket creation failed
1SNTATD.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1SO5MRF.LOG	0	0		
1SOBFK2.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1SOLTU0.LOG	0	0		
1SOT434.LOG	0	0		
1SOYQF7.LOG	0	0		
1SP6RUC.LOG	0	0		
1SPGJU7.LOG	0	0		
1SPN7P4.LOG	0	0		
1SPVCR5.LOG	0	0		
1SQ26VV.LOG	0	0		
1SQ9LYM.LOG	0	0		
1SQGGWZ.LOG	0	0		
1SQM1NX.LOG	0	0		
1SQTZVZ.LOG	0	0		
1SQZY5K.LOG	0	0		
1SR9IZH.LOG	0	0		
1SRIMXZ.LOG	0	0		
1SROANU.LOG	0	0		
1SRUE1P.LOG	1	1	Cause: FTP failure, Max transfer time	
				Cause: FTP failure, Socket timeout
1SS4V74.LOG	0	0		
1SSB36V.LOG	1	1	Cause: FTP failure, Max transfer time	
				Cause: FTP failure, Max transfer time
1SSPZ6L.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1ST0CP7.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1STEVUI.LOG	0	0		
1STN09H.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1STW54W.LOG	0	1		Cause: FTP failure, Socket creation failed
1SU56J4.LOG	1	1	Cause: FTP failure, Max transfer time	
				Cause: FTP failure, Max transfer time

1SUNGPF.LOG	0	0		
1SUTF6N.LOG	0	0		
1SV1AH5.LOG	0	0		
1SV8SK6.LOG	0	0		
1SVG61Q.LOG	1	0	Cause: FTP failure, Max transfer time	
1SVTITK.LOG	0	0		
1SW0TV2.LOG	0	0		
1SW9DOW.LOG	0	0		
1SWF8ZK.LOG	0	0		

Errores por Archivo de Medición									
Operador	Causas de Error en FTP Download	Causas de Error en FTP Upload	Tipos de eventos de Llamadas Caídas en PS	Tipos de eventos de llamadas terminadas en PS	Causas de Desactivación de PDPC	Detalle de Causas de Desactivación de PDPC	Causa de Establecimiento de Conexiones RRC	Detalle de Causa de establecimiento de Conexiones RRC	Causas de Falla en conexiones RRC
1SHT89J.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySignalling	
	Cause: FTP failure, Max transfer time								
									physicalChannelFailure
									physicalChannelFailure
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SI79R9.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySignalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SIF6CC.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySignalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SIKWGB.LOG					286		12	registration	

								14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
1SIQCML.LOG								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
								12	registration	
1SJ02XQ.LOG								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
1SJ963N.LOG								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
	Cause: FTP failure, Max transfer time									
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
1SJLPZ8.LOG								12	registration	
								12	registration	
								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
			RRC Connection Lost	RRC Connection Lost				2	originatingInteractiveCall	
				DCCH RRC Release (userInactivity), no NAS release						

								7	terminatingInteractiveCall	
				DCCH RRC Release (userInactivity), no NAS release						
	Cause: FTP failure, Socket creation failed									
								2	originatingInteractiveCall	
				DCCH RRC Release (userInactivity), no NAS release						
								7	terminatingInteractiveCall	
		Cause: FTP failure, Socket creation failed								
			RRC Connection Lost	RRC Connection Lost				2	originatingInteractiveCall	
								2	originatingInteractiveCall	
								2	originatingInteractiveCall	
								2	originatingInteractiveCall	
								2	originatingInteractiveCall	
								2	originatingInteractiveCall	
								2	originatingInteractiveCall	
								2	originatingInteractiveCall	
								2	originatingInteractiveCall	
								2	originatingInteractiveCall	
								2	originatingInteractiveCall	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
								13	detach	
1SJUII1.LOG								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
1SK1S16.LOG								12	registration	
								12	registration	

								14	originatingHighPrioritySig nalling	
			Dropped to Idle	Dropped to Idle						
	Cause: FTP failure, Max transfer time									
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
1SKF140.LOG								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
	Cause: FTP failure, Connection failed									
		Cause: FTP failure, Socket creation failed								
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
1SKKVHC.LOG								12	registration	
								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
			Dropped to Idle	Dropped to Idle						
								2	originatingInteractiveCall	
					36	36 --> Regular deactivation				
				DCCH RRC Release (normalEvent), no NAS release						
								13	detach	
1SKSI8M.LOG								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
1SL1SET.LOG								12	registration	

								14	originatingHighPrioritySig nalling	
								12	registration	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
1SL91VW.LOG								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
			Dropped to Idle	Dropped to Idle						
	Cause: FTP failure, Max transfer time									
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
1SLK0XF.LOG								12	registration	
								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
				DCCH RRC Release (userInactivity), no NAS release						
	Cause: FTP failure, Socket timeout									
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
					36	36 --> Regular deactivation				
								13	detach	
1SLNTF3.LOG								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation				

							13	detach	
1SLWFRN.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
	Cause: FTP failure, Max transfer time								
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SM7CF2.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
			Dropped to Idle	Dropped to Idle					
							2	originatingInteractiveCall	
	Cause: FTP failure, Connection failed								
		Cause: FTP failure, Socket creation failed							
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SMFXX8.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
	Cause: FTP failure, Max transfer time								
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SMT62E.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SN0UVT.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	

	Cause: FTP failure, Max transfer time								
							12	registration	
									incompatibleSimultaneousReconfiguration
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SND59F.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySignalling	
			Dropped to Idle	Dropped to Idle					
			Dropped to Idle	Dropped to Idle					
	Cause: FTP failure, Connection failed								
		Cause: FTP failure, Socket creation failed							
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
							13	detach	
1SNM8YX.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySignalling	
				DCCH RRC Release (userInactivity), no NAS release					
							2	originatingInteractiveCall	
		Cause: FTP failure, Socket creation failed							
					36	36 --> Regular deactivation			
				DCCH RRC Release (normalEvent), no NAS release					
							13	detach	
							13	detach	
							13	detach	
1SNTATD.LOG							12	registration	

							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
	Cause: FTP failure, Max transfer time								
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SO5MRF.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SOBFK2.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
	Cause: FTP failure, Max transfer time								
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SOLTUO.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SOT434.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SOYQF7.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			

							13	detach	
1SP6RUC.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
							12	registration	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SPGJU7.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SPN7P4.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SPVCR5.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SQ26VV.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SQ9LYM.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			

							13	detach	
1SQGGWZ.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SQM1NX.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SQTZVZ.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SQZY5K.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SR9IZH.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SRIMXZ.LOG							12	registration	
							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			

							13	detach	
1SROANU.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SRUE1P.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
	Cause: FTP failure, Max transfer time								
			Dropped to Idle	Dropped to Idle					
		Cause: FTP failure, Socket timeout							
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SS4V74.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SSB36V.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SSPZ6L.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
	Cause: FTP failure, Max transfer time								
		Cause: FTP failure, Max transfer time							
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SSPZ6L.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
									physicalChannelFailur e

	Cause: FTP failure, Max transfer time								
									physicalChannelFailure
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1ST0CP7.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySignalling	
	Cause: FTP failure, Max transfer time								
									physicalChannelFailure
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1STEVI.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySignalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1STN09H.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySignalling	
							12	registration	
	Cause: FTP failure, Max transfer time								
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1STW54W.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySignalling	
				DCCH RRC Release (userInactivity), no NAS release					
							2	originatingInteractiveCall	
							2	originatingInteractiveCall	

								2	originatingInteractiveCall	
								2	originatingInteractiveCall	
		Cause: FTP failure, Socket creation failed								
						36	36 --> Regular deactivation			
				DCCH RRC Release (normalEvent), no NAS release						
								13	detach	
1SU56J4.LOG								12	registration	
								14	originatingHighPrioritySig nalling	
	Cause: FTP failure, Max transfer time									
										physicalChannelFailur e
			RRC Connection Lost	RRC Connection Lost				2	originatingInteractiveCall	
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
										physicalChannelFailur e
		Cause: FTP failure, Max transfer time								
				Normal UE-initiated PDP Deactivation		36	36 --> Regular deactivation			

							13	detach	
1SUNGPF.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SUTF6N.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SV1AH5.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SV8SK6.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SVG61Q.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
	Cause: FTP failure, Max transfer time								
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
1SVTITK.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	

1SW0TV2.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SW9DOW.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	
1SWF8ZK.LOG							12	registration	
							14	originatingHighPrioritySig nalling	
				Normal UE-initiated PDP Deactivation	36	36 --> Regular deactivation			
							13	detach	

ANEXO 4.- PRUEBA DATOS - FTP 3G OPERADOR 2



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Fundada en 1946



Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio FTP

Fecha del reporte

26/05/2016

Fecha de mediciones:

5/25/2016 9:55:21 AM~5/25/2016 4:52:40 PM

Fuente de Datos:

Project: TES ABRIL, Composite: 267 FTP 25 05 2016 OPERADOR 2

Creado con:

TEMS Discovery Professional(11.0.1 Build: 5722)

Opciones de Reporte

Collection Date Range: 5/25/16 9:55:00~5/25/16 16:52:59.999

Default Geo Region: E-15-RIO-01

ALEX TROYA ALDAZ

2016

Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio FTP

WCDMA

TEMS Discovery



Parámetros calidad Pruebas FTP DOWNLOAD

Operador	Tipo de Prueba	Porcentaje de Accesos Exitosos (%)	Tiempo de Acceso al Servicio FTP (s)	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Porcentaje de Sesiones FTP Fallidas (%)	Tiempo de Duración de la Sesión FTP (s)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
Operador 2	Transfer direction: Download | URI: ftp://190.57.145.52/TEST/22M_LTE.rar	98,7	3,06	100	0	150,43	1363,37

Parámetros calidad Pruebas FTP DOWNLOAD

Parámetros calidad Pruebas FTP UPLOAD

Operador	Tipo de Prueba	Porcentaje de Accesos Exitosos (%)	Tiempo de Acceso al Servicio FTP (s)	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Porcentaje de Sesiones FTP Fallidas (%)	Tiempo de Duración de la Sesión FTP (s)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
Operador 2	Transfer direction: Upload | URI: ftp://190.57.145.52/TEST/100K	95,83	2,26	100	0	91,12	303,04

ANEXO 5.- PRUEBA DATOS - FTP 3G OPERADOR 3



Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio FTP

Fecha del reporte

26/05/2016

Fecha de mediciones:

5/25/2016 10:10:14 AM-5/25/2016 4:52:20 PM

Fuente de Datos:

Project: TES ABRIL, Composite: 267 FTP 25 05 2016 OPERADOR 3

Creado con:

TEMS Discovery Professional(11.0.1 Build: 5722)

Opciones de Reporte

Collection Date Range: 5/25/16 10:10:00-5/25/16 16:52:59.999

Default Geo Region: E-15-RIO-01

Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio FTP

WCDMA

TEMS Discovery



Parámetros calidad Pruebas FTP DOWNLOAD

Operator	Tipo de Prueba	Porcentaje de Accesos Exitosos (%)	Tiempo de Acceso al Servicio FTP (s)	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Porcentaje de Sesiones FTP Fallidas (%)	Tiempo de Duración de la Sesión FTP (s)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
CNT EC	Transfer direction: Download | URI: ftp://190.57.145.52/TEST/22_M_LTE.rar	98,51	2,16	100	0	191	223,4

Parámetros calidad Pruebas FTP UPLOAD

Operator	Tipo de Prueba	Porcentaje de Accesos Exitosos (%)	Tiempo de Acceso al Servicio FTP (s)	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Porcentaje de Sesiones FTP Fallidas (%)	Tiempo de Duración de la Sesión FTP (s)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
CNT EC	Transfer direction: Upload | URI: ftp://190.57.145.52/TEST/1000K	78,95	1,63	100	0	42,69	199,18

ANEXO 6.- PRUEBA DATOS - HTTP 3G OPERADOR 1



Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio HTTP

Fecha del reporte

26/05/2016

Fecha de mediciones:

5/25/2016 9:43:57 AM~5/25/2016 4:50:55 PM

Fuente de Datos:

Project: TES ABRIL, Composite: 137 HTTP 25 04 2016 OPERADOR 1

Creado con:

TEMS Discovery Professional(11.0.1 Build: 5722)

Opciones de Reporte

Collection Date Range: 5/25/16 9:43:00~5/25/16 16:50:59.999

Default Geo Region: E-15-RIO-01

ALEX TROYA ALDAZ

2016

Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio HTTP

WCDMA

TEMS Discovery



Parámetros calidad Pruebas HTTP

Operator	Tipo de Prueba	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
Telefonica EC	http://216.58.192.68	99,05	0,93

ANEXO 7.- PRUEBA DATOS - HTTP 3G OPERADOR 2



Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio HTTP

Fecha del reporte

26/05/2016

Fecha de mediciones:

5/25/2016 9:40:58 AM~5/25/2016 4:51:36 PM

Fuente de Datos:

Project: TES ABRIL, Composite: 137 HTTP 25 04 2016 OPERADOR 2

Creado con:

TEMS Discovery Professional(11.0.1 Build: 5722)

Opciones de Reporte

Collection Date Range: 5/25/16 9:40:00~5/25/16 16:51:59.999

Default Geo Region: E-15-RIO-01

ALEX TROYA ALDAZ

2016

Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio HTTP

WCDMA

TEMS Discovery



Parámetros calidad Pruebas HTTP

Operator	Tipo de Prueba	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
Claro EC	http://216.58.192.68	0	0

ANEXO 8.- PRUEBA DATOS - HTTP 3G OPERADOR 3



Reporte Mediciones Datos Móviles - Servicio HTTP

Fecha del reporte

26/05/2016

Fecha de mediciones:

5/25/2016 9:58:36 AM~5/25/2016 4:50:40 PM

Fuente de Datos:

Project: TES ABRIL, Composite: 137 HTTP 25 04 2016 OPERADOR 3

Creado con:

TEMS Discovery Professional(11.0.1 Build: 5722)

Opciones de Reporte

Collection Date Range: 5/25/16 9:58:00~5/25/16 16:50:59.999

Default Geo Region: E-15-RIO-01

ALEX TROYA ALDAZ

2016



Parámetros calidad Pruebas HTTP

Operator	Tipo de Prueba	Porcentaje de sesiones FTP Exitosas (%)	Tasa Media de Datos FTP (kbps)
CNT EC		98,58	0,91